

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

DÉSORDRE COMPOSÉ :
ÉTUDE DE L'ORGANISATION SONORE EXPÉRIMENTALE
ET CRÉATION D'UN SYSTÈME GÉNÉRATIF ASSOCIÉ

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN COMMUNICATION

PAR
JEAN MICHEL PEPIN

MAI 2014

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

AVANT-PROPOS

Malgré mon cheminement en création visuelle au cégep et à l'université, le son et la musique ont toujours eu une grande importance pour moi. C'est en troisième année de secondaire que j'ai commencé à animer la radio étudiante par intérêt pour la musique, la même année où j'ai obtenu ma première batterie.

Cette année-là, je cherchais ce que je considérais comme étant de la musique *étrange* à faire passer à la radio. En explorant les 33 tours de mon père, la pochette de l'album *Brain Salad Surgery*, du groupe *Emerson Lake and Palmer* (1973), conçue par l'artiste H. R. Giger, a attiré mon attention. C'est ainsi que j'ai découvert la pièce *Toccata*, une des premières pièces musicales « expérimentales » qui m'a ébloui. Il s'agit d'un arrangement pour synthétiseur, basse et batterie, du *1st Piano Concerto, Fourth Movement* d'Alberto Ginastera (1961). J'ai alors compris qu'il existait tout un univers musical allant bien au-delà de mes connaissances. Je devais découvrir des années plus tard que Keith Emerson, le claviériste du groupe, est une des personnes que nous devons remercier pour le succès commercial des synthétiseurs; il en avait fait un instrument important dans la musique rock et plusieurs adolescents achetèrent un synthétiseur Moog (Minimoog Model D) après l'avoir vu en spectacle (Pinch, T., Trocco, F., 2002, p. 248-249).

J'ai poursuivi mes activités à la radio étudiante au cégep et à l'université. Lors de mon passage au cégep, j'ai découvert le saxophoniste new-yorkais John Zorn; ma perception de la musique prit un autre tournant. J'étais fasciné par la virtuosité du jeu des musiciens de son groupe *Naked City* : les changements de vitesse et de styles musicaux se produisant à chaque instant, soutenus par les cris dionysiaques du vocaliste Yamatsuka Eye; l'atmosphère de folie générale et d'extrémisme m'a plu.

Si je n'ai jamais été très performant à la batterie, faute d'exercices réguliers, j'ai tout de même continué à en jouer occasionnellement, pour le plaisir, pendant plusieurs années. Quand vint le temps d'emménager en appartement afin de poursuivre des études universitaires, j'ai dû me séparer de mon instrument. Cependant, j'avais toujours soif de création musicale; j'ai donc cherché à combler ce vide par l'utilisation de logiciels de composition tel que *Reason*¹.

J'ai commencé ma carrière comme concepteur visuel à l'UQAM en janvier 2006 et comme je faisais du graphisme sur un ordinateur toute la journée dans le cadre de mon emploi, je ne prenais plus plaisir à créer des visuels dans mes temps libres. La musique est donc devenue ma façon de m'évader dans la création, à la maison, sans avoir de clients à satisfaire, sans avoir d'échéanciers à respecter.

Lorsque je me suis inscrit à la maîtrise, j'hésitais entre poursuivre ma formation académique dans le domaine visuel ou sonore. L'aspect sonore me semblait plus ardu puisque je n'avais aucune base universitaire dans ce domaine, alors que la conception visuelle m'était déjà familière. Après hésitations, j'ai penché pour le domaine sonore puisque c'est le sujet sur lequel j'avais envie de faire des recherches en dehors du travail. Cependant, comme j'en suis arrivé à concevoir un instrument logiciel de composition sonore qui comporte un aspect visuel important, celui de l'interface utilisateur, j'ai pu réunir mes deux passions dans ce projet. Ce texte d'accompagnement témoigne d'une part de la création d'une oeuvre sonore, et d'autre part, du développement de l'instrument qui m'aida à générer cette oeuvre.

¹ Voir Annexe 2 - Logiciels

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	vii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : INTENTIONS DE RECHERCHE ET DE CRÉATION.....	4
CHAPITRE II : ANCRAGES CONCEPTUELS.....	7
2.1 Définitions, réflexions et inspirations.....	7
2.1.1 Encyclopædia Universalis.....	7
2.1.2 Nature et complexité.....	8
2.1.3 Dionysos.....	11
2.1.4 Effet papillon.....	12
2.1.5 Chaînes de Markov.....	13
2.2 Procédés stratégiques de recherche et de création.....	13
2.2.1 Modularité et complexité.....	14
2.2.2 Décalage et complexité.....	15
2.2.3 Les probabilités.....	16
2.2.4 Flexibilité du système et distribution de données.....	16
2.2.5 Logique de design de l'interface de l'instrument.....	18
2.2.6 L'évolution d'une idée.....	18
2.3 Une approche systémique de ma problématique.....	21
CHAPITRE III : MISE EN CONTEXTE DE L'OEUVRE.....	24
3.1 Iannis Xenakis et la musique stochastique.....	24

3.1.1 Les règles.....	25
3.1.2 Le rôle de l'ordinateur.....	26
3.1.3 Musique stochastique : Metastasis.....	27
3.2 György Ligeti.....	28
3.2.1 Études pour piano, Livre 1 : 1. Désordre.....	28
3.3 Autechre.....	29
3.3.1 La révélation Max/MSP.....	29
3.3.2 Augmatic Disport.....	31
3.4 Des approches similaires.....	32
CHAPITRE IV : L'INSTRUMENT ET L'OEUVRE.....	33
4.1 Méthodologie de design d'interface.....	33
4.2 L'instrument.....	34
4.2.1 Les horloges.....	35
4.2.2 Les séquenceurs hexagonaux.....	37
4.2.3 Les synthétiseurs.....	39
4.2.4 Les échantillonneurs.....	41
4.2.5 La table de mixage et les effets.....	43
4.2.6 Sauvegarde de la configuration de paramètres.....	43
4.2.7 Paramètres.....	44
4.3 Composition à l'aide de l'instrument.....	44
4.4 Esquisse esthétique et présentation de l'instrument et de l'oeuvre au public.....	45
4.4.1 Tourmente : esquisse esthétique.....	45

4.4.2 L'instrument au Salon son et image 2012.....	46
4.4.3 L'oeuvre au concours de Bourses d'excellence Sennheiser Canada en création sonore et nouveaux médias, édition 2012.....	48
4.5 Interface physique.....	49
CONCLUSION.....	51
ANNEXE I - LISTE DES FIGURES.....	54
ANNEXE II - LOGICIELS.....	84
ANNEXE III - CONTENU DU DVD.....	86
RÉFÉRENCES.....	91

RÉSUMÉ

Ce mémoire-création, intitulé *Désordre composé :   tude de l'organisation sonore expérimentale et création d'un système génératif associé*, est une composition sonore expérimentale explorant divers aspects du chaos musical et sonore. L'auteur a développé, sous *Max/MSP*, l'outil de composition et son interface graphique. L'oeuvre est générée en temps réel par le logiciel. Le projet s'appuie sur différents concepts, dont la dualité stabilité/chaos, les degrés de désordre, la complexité, la modularité, le déphasage, les probabilités et l'organisation sonore expérimentale.

Mots-clés : Organisation sonore, chaos, instrument, composition, musique.

INTRODUCTION

Une bonne partie de la musique populaire occidentale d'aujourd'hui emploie des structures de composition et des modèles rythmiques communs. Pensons notamment à l'utilisation de la métrique binaire, une forme de composition privilégiant la simplicité et une approche musicale basée sur la répétition de segments de composition (refrains, couplets, ponts...), etc. Cette musique étant appréciée d'un grand nombre de gens (d'où le nom de musique *populaire*), il n'est donc pas surprenant qu'une majorité de logiciels de composition sonore soient conçus pour faciliter sa création. De l'interface jusqu'aux fonctions présentées, ces logiciels *suggèrent* la création de musique populaire chez les compositeurs qui l'utilisent. Cependant, ceci peut être un obstacle pour le créateur désirant expérimenter la composition sonore en dehors de ces conventions.

Ayant été moi-même dans cette situation, j'ai pu constater que faire de la composition expérimentale avec un logiciel conçu pour créer de la musique populaire, c'est l'équivalent de planter un clou avec un tournevis; on peut y arriver, mais difficilement; l'outil est mal adapté à nos besoins. Ainsi, il m'est arrivé constamment de contourner les règles établies par les concepteurs d'un logiciel de composition pour tenter de parvenir à mes fins. C'est pourquoi il m'est apparu nécessaire de concevoir un instrument logiciel qui permet d'obtenir des résultats musicaux particuliers.

Bien que le marché soit saturé de logiciels de composition de musique populaire, plusieurs logiciels expérimentaux de composition ont vu le jour ces dernières années; d'abord pour ordinateurs et plus récemment pour tablettes tactiles. Je pense à des logiciels comme *Glitch Sequencer*, *Numerology*, *Colorflex*, *Axon*, *Aalto*, *Performer*,¹ et

¹ Voir Annexe 2 - Logiciels

j'en passe. On sent un désir de réinventer le logiciel de musique, de revoir comment on interprète la composition et manipule le son. Plus considérable encore est l'arrivée de logiciels de programmation permettant aux musiciens de créer eux-mêmes leurs propres outils et instruments sonores, selon leurs besoins. Parmi ces logiciels figurent *Max/MSP*, *Pure Data* et *Reaktor*.

J'ai choisi d'utiliser *Max/MSP* afin de développer un instrument d'expérimentation sonore qui peut m'aider à générer une oeuvre sur la thématique du désordre (voir ch. 1).

Cet instrument peut être utilisé pour générer une composition sonore complète en temps réel. L'utilisateur² peut y manipuler les différents paramètres de contrôle du son à l'aide de la souris de l'ordinateur ainsi qu'avec le contrôleur MIDI *CODE* de *Livid Instruments*. Il offre à l'utilisateur plusieurs fonctions de base pouvant être configurées de différentes façons; des horloges, des séquenceurs, des synthétiseurs, des échantillonneurs, des effets et une table de mixage. Il est également possible de produire des rendus audio. Cependant, mon instrument n'est pas un studio virtuel complet de production sonore. Si l'utilisateur désire faire l'édition de ces rendus (post production), il devra le faire dans un autre logiciel, tel que *Logic*³.

Notons également que les modules de synthèse sonore de mon instrument sont basés sur des principes bien connus de synthèse soustractive et de modulation de fréquence. Ma recherche n'a pas porté sur les dernières percées en matière de synthèse sonore, mais plutôt sur les aspects de manipulation de la composition, du temps et des para-

² Notons que l'utilisation du mot « utilisateur » tout au long du texte fait référence à un utilisateur potentiel de l'instrument logiciel, que ce soit moi ou un autre.

³ Voir Annexe 2 - Logiciels

mètres du son, inspirée par la thématique particulière du désordre. L'engin de synthèse a donc été mis en place pour permettre à l'utilisateur de générer des sons à même le logiciel, sans toutefois offrir une nouveauté en matière de synthèse sonore.

Dans le premier chapitre, j'établi mes intentions de recherche et de création ainsi que la démarche artistique ayant donné fruit à ce projet. Dans le second chapitre, je défini et explique les concepts auxquels j'ai adhéré et présente les éléments qui m'ont inspiré pour développer mon oeuvre et mon logiciel. J'y présente également les procédés stratégiques employés lors de la conception et la réalisation du projet et comment j'ai utilisé une approche systémique pour faire face à ma problématique. Dans le troisième chapitre, je positionne mon projet parmi un corpus d'oeuvres musicales : celles d'Iannis Xenakis, de György Ligeti et du groupe britannique Autechre. Le quatrième chapitre comprend une description technique du projet. J'y discute également d'une présentation de l'instrument au public ainsi que de ses points positifs et négatifs. Ce chapitre se termine par l'analyse autocritique d'une oeuvre composée à l'aide de mon instrument qui a été présentée devant public et jury au concours de *Bourses d'excellence Sennheiser Canada en création sonore et nouveaux médias* en mai 2012.

CHAPITRE I : INTENTIONS DE RECHERCHE ET DE CRÉATION

En composant des pièces de musique électronique, au fil des années, il m'est arrivé régulièrement de basculer dans des boucles de création, moments où j'avais l'impression de produire, à répétition, une variation légère d'une même pièce. Même en essayant d'expérimenter, il m'est apparu difficile de m'éloigner de certaines conventions de la musique populaire.

Mon besoin d'expérimenter grandissait au même rythme que mes frustrations. J'ai donc initialement recherché une caractéristique dominante de la musique populaire afin de l'éliminer, dans la mesure du possible, de mon processus de création sonore. Cette recherche de caractéristique n'a pas été faite de manière scientifique. C'est plutôt venu d'une intuition, un ressenti général de ma perception de la musique populaire; une impression que dans bon nombre de pièces de ce genre musical, nous retrouvons de la stabilité sous plusieurs aspects. Par exemple : une vitesse d'exécution stable (aucune variation du *tempo*); une carrure métrique (l'utilisation du « quatre-temps »); une rythmique répétitive tout au long de la pièce; une formule avec refrains, couplets et ponts; une certaine recette... Autant d'éléments créant une certaine prévisibilité réconfortante pour l'auditeur.

Cette impression fut l'élément déclencheur de mes recherches. C'est dans le cadre du cours de création sonore à l'automne 2009 que j'ai décidé d'explorer le pôle opposé de la stabilité; le chaos, le désordre, l'absence de stabilité et par extension, la complexité (voir ch. 2). Cette recherche m'a amené vers l'organisation sonore expérimentale : à réfléchir à des moyens d'expérimenter avec la composition sonore. Par organisation sonore, j'entends principalement la structuration d'éléments sonores et de groupes d'éléments sonores et la transformation de caractéristiques du son dans le temps.

Mon présupposé est alors qu'en utilisant des instruments singuliers de composition sonore, nous augmentons les chances d'obtenir des résultats musicaux singuliers. C'est en suivant ce raisonnement que j'en suis venu à développer mon propre instrument logiciel, sous *Max/MSP*. Cette expérience fut une occasion de réfléchir, conceptualiser et réaliser un instrument optimisé pour susciter l'exploration dans la composition sonore.

Le procédé de création de cet instrument ne fut pas linéaire. Si l'élaboration d'un concept a été la fondation du projet, la programmation m'a fait réfléchir davantage à mon concept et à l'améliorer. Je me suis retrouvé dans un processus itératif progressif où je conceptualisais et ensuite tentais de réaliser mon concept en programmation. Lors de la programmation, je comprenais mieux certains aspects du son, ce qui me donnait de nouvelles idées, m'emmenait vers de nouveaux concepts à explorer, à tenter de programmer et ainsi de suite. En ce sens, l'instrument fait partie de l'oeuvre dans mon projet; le concept de l'oeuvre est le fil conducteur à la conception et à la création de l'instrument qui génère cette oeuvre.

Un des intérêts de la partie logiciel de mon projet est d'orienter son utilisateur sur de nouvelles pistes de création. Comme je le mentionnais plus haut, les standards bien établis de la musique populaire dictent les concepts derrière bon nombre d'instruments de composition disponibles aux créateurs. Mais rappelons que ces standards qui dominent le monde musical actuel ne sont qu'une infime partie des possibles en terme de composition du son. Entre do et ré, il y a une infinité de fréquences. La métrique binaire du rythme n'est qu'une possibilité parmi d'innombrables structures rythmiques.

Je ne prétends pas être le premier à composer en m'inspirant du chaos; plusieurs l'ont

fait avant moi. Nicolas Darbon (2006, p. 67) donne au mot « chaosisme » la définition de « tendance générale à appliquer les théories du chaos dans les arts, particulièrement dans la musique, par modélisation ou métaphorisation ». Ainsi, le chaos dans la composition sonore est moins commun que la tentative d'atteinte de stabilité pure et de perfection des harmonies des hauteurs, mais non un terrain auparavant inexploré par des compositeurs. Pour moi cependant, il est un terrain nouveau; une thématique d'exploration ouvrant la voie à l'expérimentation, mais aussi une façon de me libérer de concepts dominants et d'éviter d'essayer de plaire à tous. C'est pourquoi je considère le désordre, l'instabilité, le chaos et la complexité comme de bonnes pistes d'exploration esthétique en composition.

Mon instrument, qui tente de présenter certains concepts musicaux autrement, est par le fait même un questionnement sur des systèmes de composition bien établis. Dans un souci d'expérimentation et de progression, c'est la méthode que j'ai trouvée pour questionner le sujet de ma recherche avec les moyens à ma disposition au moment où je l'ai fait.

Voyons maintenant plus en détail ces concepts qui m'ont inspiré.

CHAPITRE II : ANCRAGES CONCEPTUELS

Il est nécessaire, à ce stade-ci, de définir plus précisément les concepts qui ont guidé ma recherche. Je tente donc, dans ce chapitre, de définir le chaos et de faire ressortir ce qui a inspiré mon projet de création. Je discute des stratégies de recherche et de création utilisées lors de la conception et la réalisation de mon projet et présente les concepts de modularité, de décalage, de complexité et de distribution de données : de leur intégration dans mon instrument et leurs liens avec le chaos. J'aborde également l'aspect du design de l'instrument, au niveau de l'interface graphique et au niveau conceptuel. Je termine en présentant l'approche communicationnelle employée dans mon travail.

2.1 Définitions, réflexions et inspirations

Je tente dans la présente section de définir le chaos, un concept touchant divers domaines, allant de la mythologie aux sciences.

2.1.1 Encyclopædia Universalis

La définition du chaos physique d'Encyclopædia Universalis (Bergé, Dubois, s. d.) débute ainsi :

« Dans le langage usuel, le mot chaos est profondément relié à la notion de désordre total – ce que la Bible nomme le Chaos originel. Le substantif chaos peut qualifier aussi bien un agencement spatial, comme un chaos de rochers, qu'une situation collective (sociale, économique, politique, etc.) ou individuelle. Dans le domaine des sciences physiques, l'expression de chaos s'est ainsi appliquée à tout phénomène ne semblant obéir à aucune loi et étant donc, de ce fait, impossible à prévoir. »

Une partie substantielle de cet article développe la notion de chaos déterministe. Dans cette définition mathématique qu'on donne au chaos, on y dévoile un « ordre sous-jacent », malgré son imprédictibilité. Cet ordre dans le chaos est toutefois propre à la définition du chaos déterministe en physique. Nous ne pourrions donc utiliser le mot *désordre* comme équivalent du chaos lorsque nous aborderons cette thématique particulière. Cependant, ce mot apparaît dans diverses définitions du chaos et sera utilisé comme synonyme de celui-ci en plusieurs endroits dans ce texte.

2.1.2 Nature et complexité

Nicolas Darbon, qui a écrit *Les musiques du chaos* (Darbon, N., Risset, J.-C., 2006), oppose le chaos et l'harmonie : « Le chaos, dont la fortune poétique n'a jamais tari, n'est depuis toujours que le versant marécageux de l'harmonie. [...] L'amour de la musique ne peut que s'accompagner de la haine absolue du chaos. » (p. 17).

Il semble que la plus simple façon de définir le chaos, ou désordre, soit en l'opposant à son contraire, l'ordre, qui est un point de repère commun. Cet ordre qu'on enseigne et pratique à l'école sous plusieurs formes. Pensons aux règles de grammaire (avec devoirs, leçons et évaluation des acquis), à la recherche du « beau » et de l'harmonie dans les arts (l'harmonie des tons et des couleurs, l'harmonie des hauteurs en musique), aux règlements des jeux et des sports (avec pénalités ou punitions dans le cas de désobéissance à ceux-ci), mais aussi aux règles du temps (le son de la cloche indiquant le moment venu d'aller manger, de retourner en classe à l'heure, etc.). Cet ordre que nous continuons, pour la plupart d'entre nous, à appliquer dans nos vies : dans le respect des lois (son irrespect pouvant engendrer des conséquences); dans le travail; dans la rédaction d'un texte d'accompagnement d'un mémoire-crédation... L'ordre est un concept humain omniprésent et peut par le fait même n'être qu'un bon point de départ à la compréhension de ce qu'est le chaos ou le désordre.

Il suffit de demander aux élèves d'une classe du primaire ce qui adviendrait s'il n'y avait pas de règles de la route, si on enlevait les feux de circulation. C'est une question qu'a posée ma conjointe, enseignante en quatrième année du primaire, aux élèves de sa classe. Parmi les réponses, les élèves soulèvent que l'absence de règles de la route engendrerait des accidents, qu'ils ne se sentiraient pas en sécurité, qu'ils auraient peur d'aller jouer à l'extérieur (ce qui peut être vu comme une notion d'imprévisibilité des événements pouvant se passer : La voiture va-t-elle s'arrêter? Va-t-elle tourner et se diriger brusquement sur moi?). Ils sont capables de projeter le chaos par rapport à ce qu'ils connaissent de l'ordre (ici le respect des règles de la route et la sécurité). Cet ordre se traduit par un certain confort, la possibilité d'anticiper le futur. Il y a un arrêt au coin de la rue, donc la voiture qui vient *devrait* s'arrêter momentanément au coin de la rue.

Dans un système réglementé créé par l'humain, le maintien de l'ordre implique que les divers partis évoluant dans ce système (ou autour de lui) doivent en connaître les règles et les appliquer, pour exercer un contrôle sur les événements, sur l'environnement, pour prévenir le chaos. Réciproquement, nous pourrions avancer que le chaos se montre lorsqu'au moins un élément évoluant dans (ou autour) d'un système en ignore (consciemment ou non) une ou plusieurs des règles. Le chevreuil est un élément externe aux règles de la route, qui les ignore, mais qui néanmoins peut évoluer autour de ce système et l'influencer. S'il traverse la rue subitement devant une voiture progressant à une certaine vitesse, il peut engendrer (ou non) un brusque mouvement de la voiture; faire briser les règles de la route, engendrer un accident (ou non), etc. Il est un facteur d'imprévisibilité lorsqu'il interagit avec le système. La réduction de la visibilité et de l'adhérence du véhicule à la route lors d'une tempête de neige sont d'autres facteurs augmentant les possibilités de chaos sur la route.

Un système où toutes les règles sont observées n'est donc pas nécessairement prévisible car un élément externe à ce système (comme la nature) peut le chambouler. Le sport en est un exemple. On ne peut prédire avec certitude l'avenue d'une partie de baseball, même si les deux équipes observent les règles à la perfection. Le système n'est pas conçu pour arriver à une fin ultime précise (par exemple : on ne pourrait affirmer que l'équipe des rouges l'emportera 7 à 4 sur l'équipe des bleus à tous les coups). Le sport laisse place à la subjectivité des personnes le pratiquant : la condition physique, la condition mentale, le talent et la synergie des membres de l'équipe à chaque instant pourront influencer la performance de cette équipe. Le sport laisse aussi place aux conditions environnementales : le lieu de la partie (à domicile ou à l'étranger), la pluie, le vent, le soleil, la chaleur, l'humidité, le bruit, la foule et une multitude d'autres facteurs complexes peuvent influencer l'avenue d'un match, ajouter à son imprévisibilité.

Dans plusieurs définitions, le chaos est lié à la nature et à son incalculable complexité et on lui attribue souvent une connotation négative. En préface du livre de Darbon, Jean-Claude Risset (2006) parle de la perception négative du chaos : « Il a ses figures et ses lois, liées à la nature profonde de la complexité non-linéaire. [...] On a longtemps perçu négativement la notion de chaos, assimilé à une confusion originaire et erratique précédant l'organisation, la mise en ordre. » (p. 10). Darbon (2006) ajoutera : « La haine du chaos remonte aux temps immémoriaux où l'homme, confronté aux périls, à la faim et à la mort, a entrepris de maîtriser la nature. Cette haine trouve son expression théorique dans le cartésianisme qui s'est répandu comme une traînée de poudre dans les sciences et dans les arts. » (p. 17).

Associant également la nature et la complexité au chaos, Timothy Leary ouvre son livre *Chaos & cyberculture* (1996) ainsi : « Il semble évident depuis plusieurs milliers

d'années que la nature intrinsèque de l'univers est une complexité extrême, un désordre inexplicable - une splendeur confuse et mystérieuse connue sous le nom de « chaos ». » (p. 13). Le chaos est lié à la nature, qui est d'une telle complexité qu'elle apparaît comme désordonnée.

La théorie du chaos dans les sciences a été popularisée par le mathématicien Edward Lorenz et son concept d'« effet papillon » (voir ch. 2, sect. 2.1.4). Le scientifique Stephen Wolfram (2002) nous dit que cette théorie a fait son chemin dans les sciences au début des années 1970 :

« Early theories tended to concentrate on superpositions of repetitive motions, but by the 1970s ideas of chaos theory began to dominate. And in fact the widespread assumption emerged that between randomness in the environment, quantum randomness and chaos theory almost any observed randomness in nature could be accounted for. » (p. 968).

Encore une fois, complexité et nature semblent être au coeur de la définition du chaos. Le chaos pourrait donc se définir comme l'apparence aléatoire de la nature due à son extrême complexité.

2.1.3 Dionysos

Le dieu grec Dionysos, dieu de l'ivresse, du chaos, de l'oubli de soi, de l'extase et du sauvage, est le symbole de l'absence d'ordre, la personnification du chaos. J'ai donc cherché de la littérature concernant Dionysos et il se trouve que Nietzsche a écrit sur ce sujet un livre intitulé « *La vision dionysiaque du monde* » (Nietzsche, F., Duvoy, L., 2004). La citation qui a capté mon intérêt n'est cependant pas de Nietzsche, mais de Lionel Duvoy (p. 27-28), qui, en préface de ce livre, écrit : « Mais tandis que l'ivresse est le jeu de la nature avec l'homme, l'oeuvre de l'artiste dionysiaque est le jeu avec

l'ivresse [...] Le type de l'artiste dionysiaque ne consiste pas dans l'alternance entre lucidité et ivresse, mais dans leur simultanéité. ». De la même manière, le but de mon oeuvre est de jouer avec divers degrés de désordre, de passer progressivement de la stabilité au chaos ainsi que d'utiliser des formes chaotiques superposées à des structures stables pour accentuer leur dualité.

2.1.4 Effet papillon

Les harmonies de hauteurs sont utilisées en musique (et dans bien des cas, mises à l'avant-plan d'une pièce) au moins depuis que le mathématicien Pythagore a découvert son système d'harmoniques proportionnelles il y a plus de 2000 ans (Wikipedia, 2012.). L'influence qu'a eue sa découverte sur la musique n'est pas négligeable. Cependant, c'est Edward Lorenz, un mathématicien passionné de météorologie, qui inspire davantage mes recherches en composition musicale. Lorenz, à qui on doit l'expression « effet papillon », est celui qui a su observer et accepter les phénomènes mathématiquement non linéaires (chaotiques) et qui a introduit cette notion dans le monde de la science. James Gleick (2008, p. 44-45) nous explique l'effet papillon de Lorenz :

« L'effet papillon prit une désignation technique : la dépendance sensitive aux conditions initiales [...] En sciences comme dans la vie, on sait fort bien qu'une succession d'événements peut atteindre un point critique au-delà duquel une petite perturbation prend des proportions gigantesques. [...] la dépendance sensitive aux conditions initiales était une conséquence inéluctable de la manière dont les petites échelles interféraient avec les grandes. »

Le chaos mathématique de Lorenz pourrait être décrit comme une réaction en chaîne d'une complexité telle qu'elle rend impossible la prévision et l'ampleur des conséquences de la moindre variation se produisant au tout début de la chaîne. Simpli-

fions : un changement infime en entrée produit des résultats imprévisibles en sortie. Ce concept m'est apparu intéressant à exploiter tant au niveau du fonctionnement du logiciel qu'au niveau de l'expérience utilisateur (*voir* ch. 2, sect. 2.2.1).

2.1.5 Chaînes de Markov

Toujours au niveau mathématique, je me suis intéressé à l'algorithme nommé « Chaînes de Markov » (premier ordre) qui est un système de probabilités (Wikipedia, 2012) (*voir* Ann. 1, fig. 1). Il s'agit d'un système qui contient plusieurs points (ou positions) dont certains sont reliés entre eux et dont la possibilité de passer de la position actuelle à une autre position reliée est calculée par un indice de probabilité. L'exemple de la figure 1 contient deux points et on peut lire l'indice de probabilité à côté des flèches.

Un système de probabilités comme les chaînes de Markov constitue pour moi une manière de contrôler le chaos, au sens où, à moins de paramétrer l'indice à 0 (c'est-à-dire aucune chance de passer à une autre position) ou 1 (c'est-à-dire 100% de chance de passer à une autre position), il est impossible de pouvoir déterminer avec certitude le moment où le passage d'un point à l'autre se fera. Cependant, en ayant un indice faible, mais qui n'est pas 0 (par exemple 0.12 ou 12%), on peut prévoir, sans toutefois en avoir la certitude, que le passage se fera moins fréquemment qu'avec un indice élevé (par exemple 0.84 ou 84%).

2.2 Procédés stratégiques de recherche et de création

Si j'ai étudié la signification du chaos dans divers domaines, je m'en suis inspiré plutôt que de l'appliquer tel qu'il est défini dans ceux-ci. Je n'ai pas utilisé les formules mathématiques précises de Lorenz pour générer du chaos, ni appliqué les chaînes de Markov à la lettre. Il s'agit plutôt de mon interprétation du chaos, du désordre et de

ses concepts, d'une simulation, et de moyens particuliers de les appliquer en composition sonore.

2.2.1 Modularité et complexité

M'inspirant de la dépendance sensitive aux conditions initiales, j'ai tenté de créer un instrument composé de modules simples qui, lorsqu'utilisés ensemble, permettent de générer des structures et événements sonores complexes. Par exemple, en générant une rythmique simple au niveau d'un module d'horloge qui fait progresser la tête de lecture d'un séquenceur ayant également sa rythmique, la rythmique multipliée qui en découlera sera plus complexe. Une légère modification de la rythmique simple de l'horloge peut ainsi changer considérablement le rythme sortant du séquenceur. Comme la rythmique d'un séquenceur peut influencer la progression d'autres séquenceurs, les résultats de la réaction en chaîne, sans toutefois être aussi complexes que les prévisions météorologiques auxquelles s'intéressait Lorenz, peuvent devenir difficiles à prévoir et offrir des résultats intéressants.

Le découpage modulaire des diverses fonctions de l'instrument permet de présenter à l'utilisateur des concepts complexes de manière simplifiée. Chaque module devient alors un microsystème simple, paramétrable, pouvant interagir avec d'autres microsystèmes simples et paramétrables. L'ensemble de ces modules est un macrosystème complexe dont l'utilisateur peut ne pas être en mesure de prédire le comportement (ou le résultat sonore). Il est plutôt important pour lui de comprendre, en utilisant l'instrument, le rôle de chaque microsystème ainsi que les impacts potentiels de son paramétrage sur d'autres microsystèmes. De cette façon, il pourra composer en réaction à ce qu'il entend : une rythmique trop rapide à son goût lui fera ajuster des paramètres aux horloges, qui contrôlent les vitesses d'exécution; des sons trop aigus lui feront modifier des paramètres de compensation des données d'un séquenceur, qui modulent la hauteur des sons générés par les synthétiseurs; etc.

Pour ajouter à la complexité, les modules d'horloges et de séquenceurs hexagonaux, qui sont au fondement du système de composition de l'instrument, sont disponibles en quatre instances. Autrement dit, l'utilisateur a accès à quatre modules d'horloges identiques (et indépendants) ainsi qu'à quatre modules de séquenceurs. Chacune des données sortantes de chacun de ces modules peut être distribuée à plusieurs endroits dans diverses entrées d'autres modules, ce qui donne une flexibilité à l'utilisateur pour expérimenter. Par exemple, le système pourrait être configuré de manière à ce qu'une seule horloge fasse avancer toutes les têtes de lecture des séquenceurs. Au contraire, chaque séquenceur pourrait avoir sa propre horloge indépendamment configurée. Ou encore, une horloge pourrait faire progresser la tête de lecture de deux séquenceurs, et les deux autres séquenceurs pourraient avoir leur propre horloge (*voir* ch. 4, sect. 4.2.1 et 4.2.2).

2.2.2 Décalage et complexité

Une autre approche pour générer des événements complexes et illustrer l'idée du désordre avec l'instrument a été de créer un système qui favorise le décalage temporel d'éléments typiquement synchronisés, comme la rythmique et les notes jouées, dont les séquences sont indépendantes dans l'instrument. Ces éléments peuvent avoir chacun leur séquenceur progressant à des vitesses différentes, avec des rythmiques différentes, dans des boucles de longueurs différentes. Il n'est cependant pas obligatoire d'user de toutes ces fonctions de décalage lors de la composition avec l'instrument. L'utilisateur garde un contrôle sur ce qu'il veut synchroniser. Il peut, par exemple, s'assurer que la même horloge fasse avancer deux séquenceurs, de manière à ce que ceux-ci progressent à la même vitesse et au même moment, mais configurer ces séquenceurs pour qu'ils aient un nombre de pas différent dans leur boucle (*voir* ch. 4, sect. 4.2.1 à 4.2.4).

2.2.3 Les probabilités

Les modules d'horloges (générateurs de pulsations) de mon instrument sont inspirés des chaînes de Markov. Les horloges sont divisées en quatre zones dont chacune peut être configurée différemment. Un des paramètres de chaque zone permet de déterminer la probabilité de passer à la prochaine zone (donc qu'il y ait changement de paramètres). Ceci permet de créer de l'imprévisibilité dans la rythmique et la vitesse en partant des générateurs de pulsations, tout en gardant un contrôle sur les probabilités de changement de configuration des paramètres de l'horloge (*voir* ch. 4, sect. 4.2.1).

2.2.4 Flexibilité du système et distribution de données

J'ai gardé en tête le mot *flexibilité* dès l'amorce de la conception de mon instrument. Il m'est apparu logique que si j'étais pour passer des mois à concevoir, développer, programmer un instrument de composition, de préférence, cet instrument devait me permettre d'expérimenter de plusieurs façons. En restreignant la flexibilité du système, je courrais un plus grand risque de terminer mon projet avec des résultats non concluants, ce qui ne me semblait pas une bonne stratégie de recherche et de création. De plus, j'espérais pouvoir faire plus d'une composition à l'aide de l'instrument et de continuer à l'utiliser après mon passage à la maîtrise. Mais aussi, je voulais que l'instrument soit assez flexible pour que d'autres utilisateurs que moi puissent expérimenter avec celui-ci et arriver à des résultats potentiellement différents des miens. Après tout, les instruments de musique sont des outils de création et doivent permettre à leurs utilisateurs de s'exprimer avec une certaine liberté.

Au niveau de la conception de l'instrument, je me suis inspiré de la flexibilité offerte par les synthétiseurs modulaires. Ces synthétiseurs physiques sont composés de plusieurs modules avec entrées et sorties sous forme de connecteurs audio (3.5 mm, 6.35 mm ou de type « banane »). L'utilisateur peut ainsi, à l'aide de câbles, brancher

les diverses sorties à sa disposition dans les diverses entrées du système, à sa guise. Les câbles avec fiches de type « banane » utilisés dans certains systèmes modulaires comme le *Buchla 200e*, le *Bug Brand*, le *Modcan A Series* et le *Serge Modular* (voir Ann. 1, fig. 2) peuvent être empilés, ce qui permet de transmettre le signal d'une même sortie vers plusieurs entrées. La compagnie *Tiptop Audio* fabrique également des câbles audio spéciaux de 3.5 mm dont les fiches peuvent être empilées, pour utilisation avec les systèmes *Eurorack*. Autrement, des modules de multiplication du signal (servant à dédoubler un signal afin de le relier à plusieurs endroits) compatibles avec la plupart des systèmes sont offerts par différents fabricants.

Pour imiter la flexibilité de configuration des branchements d'un synthétiseur modulaire, l'instrument que j'ai créé utilise deux matrices. La première, la matrice de pulsations, sert à transmettre les signaux des différents générateurs de pulsations (les horloges et les séquenceurs hexagonaux) vers les divers séquenceurs et les rotors des séquenceurs hexagonaux. La seconde matrice, la matrice de données, sert à transmettre les données générées par les séquenceurs hexagonaux aux divers paramètres des synthétiseurs. La matrice de pulsations se présente sous forme de menus déroulants apparaissant dans divers modules. Par exemple, dans un module de séquenceur hexagonal, l'utilisateur peut choisir la source de pulsations qui fera avancer la tête de lecture du séquenceur à l'aide d'un menu déroulant situé dans le coin supérieur gauche de l'interface du module. C'est un moyen, tout comme les câbles dans un synthétiseur modulaire, de brancher une sortie dans une entrée. Au niveau de la matrice de données, elle se présente sous forme de plan cartésien dans l'interface d'un module de synthétiseur. Sur l'axe des x , on y retrouve les sorties des données générées par les quatre séquenceurs hexagonaux et sur l'axe des y les destinations auxquelles on peut les connecter, qui correspondent aux divers paramètres du synthétiseur. Il suffit d'activer un bouton sur la matrice pour relier un générateur de données au paramètre correspondant.

De plus, la même donnée d'un séquenceur peut être distribuée à divers paramètres pour moduler plusieurs paramètres à la fois. Même chose pour les pulsations; la même sortie d'une horloge peut faire progresser plusieurs séquenceurs dans l'instrument. C'est l'utilisateur qui configure les transmissions de données et de pulsations à sa guise, selon ses intentions de composition et de création.

2.2.5 Logique de design de l'interface de l'instrument

Après avoir développé et réalisé une partie des concepts dans *Max/MSP* (voir Ann. 1, fig. 3), je trouvais difficile de créer une interface où on verrait l'ensemble des modules dans le même écran. Il faudrait réduire la taille de la plupart des éléments graphiques de l'interface, ce qui aurait comme impact de diminuer leur lisibilité, d'augmenter la précision requise de la manipulation de la souris pour accomplir certaines actions et donc de ternir l'expérience utilisateur. L'écran serait malgré tout rempli et cela restreignait les possibilités d'ajouter d'autres modules au besoin.

J'ai donc décidé de séparer le logiciel en sections et leurs sous-sections (voir Ann. 1, fig. 4), un peu à la manière d'un site web. De cette façon, je pouvais utiliser un bon pourcentage de l'écran pour créer l'interface de chacun des modules et ajouter des sections et sous-sections au besoin. Cette façon de faire ne permet cependant pas de voir l'ensemble des modules simultanément et requiert des opérations additionnelles pour passer d'un module à l'autre. Ces compromis me semblent moins coûteux au niveau de l'expérience utilisateur et de la flexibilité du logiciel que la réduction de la taille des modules pour les présenter simultanément dans l'écran.

2.2.6 L'évolution d'une idée

Le séquenceur hexagonal est le résultat de questionnements et de réflexions sur la grille linéaire, cartésienne, des séquenceurs standards imitant la partition musicale. Ce

séquenceur représente pour moi la partie la plus achevée de mon projet. Voici comment j'en suis arrivé à développer ce concept.

Comme je désirais m'éloigner des outils traditionnels de composition, je gardais à l'oeil ce qui se faisait sur le marché au niveau des instruments de composition qui proposaient des interfaces singulières. Je m'étais procuré depuis quelque temps un séquenceur dans mon système modulaire *Eurorack* : le *Z8000 Matrix Sequencer/Programmer* de *Tiptop Audio* (voir Ann. 1, fig. 5). Ce séquenceur offre plusieurs particularités intéressantes : ses seize pas sont positionnés dans un carré de quatre potentiomètres par quatre; chacune des rangées et chacune des colonnes sont des séquences (ou pistes) indépendantes du séquenceur, c'est-à-dire qu'elles ont leur propre sortie et leur propre entrée d'horloge (de pulsations) qui fait progresser leur position de lecture. Il y a également deux autres séquences : une dont la tête de lecture lit de manière séquentielle chaque colonne et l'autre, chaque rangée. Donc le changement de position d'un potentiomètre agit à la fois sur les séquences verticales et horizontales auxquelles ce potentiomètre est associé ainsi que sur les deux séquences complètes des rangées et colonnes.

Si l'utilisateur ne se sert que d'une des quatre sorties influencées par le potentiomètre qu'il vient d'ajuster, le résultat obtenu sera facilement prévisible. Cependant, l'intérêt de ce séquenceur est de se servir de plusieurs de ses séquences simultanément. Il me semblait qu'avec un tel système on s'approchait de l'idée qu'une simple modification en entrée engendre des résultats imprévisibles en sortie.

J'ai donc commencé à travailler sur l'idée de matrice. J'ai tout d'abord tenté de créer un séquenceur de pulsations (de rythmique) où les pas étaient disposés en grille de quatre pas par quatre pas et où l'utilisateur pouvait allumer et éteindre les pas qu'il

choisissait. Ce séquenceur mettait à la disposition de l'utilisateur trois têtes de lecture : une première qui lisait une séquence dans l'une des quatre rangées, au choix; une deuxième qui progressait dans l'une des quatre colonnes, au choix également; une troisième qui lisait de manière séquentielle soit chacune des rangées, soit chacune des colonnes, au choix de l'utilisateur (*voir* Ann. 1, fig. 6). Cependant, à l'utilisation, ce concept s'est avéré inefficace. Les trois têtes de lecture étaient difficiles à suivre et les résultats au niveau de la rythmique étaient inintéressants, non différents des résultats pouvant être obtenus avec un séquenceur de pas commun.

L'idée de matrice m'est quand même restée en tête. Un soir de novembre 2010, j'étais sous la douche, plongé dans mes réflexions, quand j'ai eu l'idée fondatrice de ce qui est devenu par la suite le séquenceur hexagonal de mon projet. Je me suis dit que plutôt que de me servir des potentiomètres sur la grille pour déterminer l'unique valeur de chaque pas du séquenceur, je devais tenter de m'en servir pour orienter la tête de lecture et ainsi pouvoir tracer le chemin que celle-ci prendra sur la grille (*voir* Ann. 1, fig. 7).

Ça changeait tout. Avec un tel séquenceur, je pourrais aisément briser la linéarité des boucles, avec un simple changement d'orientation d'un des potentiomètres. La boucle pourrait devenir plus courte ou plus longue, selon le chemin choisi. Je pourrais changer l'ordre des pas joués. Je pourrais également créer de la polyphonie et de la polyrythmie en ayant plus d'un de ces séquenceurs, qui aurait chacun leur tête de lecture, progressant chacun dans leur propre chemin (*voir* Ann. 1, fig. 8). Je voyais en ce concept l'atteinte de complexité par la simplicité.

J'ai donc entrepris de programmer ce séquenceur dans *Max/MSP*. Quelques jours plus tard, j'avais un prototype fonctionnel (*voir* Ann. 1, fig. 9). Cependant, quelque chose

continuait de me tracasser. La grille de seize pas disposés en quatre pas par quatre était toujours trop près de la musique populaire, de la métrique binaire. Je trouvais qu'il était trop facile de faire une séquence de quatre ou seize pas. L'interface invitait à le faire. J'ai donc tenté de trouver une autre forme à la grille. Après plusieurs tests à partir d'un triangle, j'en suis arrivé avec la forme actuelle, celle d'une grille hexagonale de dix-neuf pas (voir Ann. 1, fig. 10). Cette grille, par sa forme, n'incite pas à utiliser le quatre temps : lors de l'utilisation, je me suis rendu compte que je ne cherchais plus à savoir combien de pas avaient mes boucles, mais plutôt si ma composition s'articulait comme je le voulais. J'étais en réaction à ce que j'entendais, plus sensible à l'écoute de ma composition. (voir ch. 4 sect. 4.2.2)

2.3 Une approche systémique de ma problématique

Dans son livre *La théorie du système général*, Jean-Louis Le Moigne (1977, p.11) décrit la nature de la systémique comme suit :

« La théorie de la modélisation systémique s'accepte comme *constructiviste*, au sens proposé de Jean Piaget pour l'intelligence de la connaissance : non pas un résultat, une vérité définitive, immuable, divine peut-être, mais un processus, une construction : la connaissance est l'action de construire la connaissance. »

Il qualifie un système comme « *fonctionnant et se transformant* » (p.20). Cette idée que les choses peuvent (doivent?) évoluer et changer en cours de recherche est intéressante du fait qu'elle donne place à une grande liberté chez le chercheur/créateur. Nous nous éloignons ainsi d'une méthode positiviste où l'on tenterait de démontrer des faits initialement stimulés par une hypothèse. Ici, il faut admettre qu'en cours de route une nouvelle idée ou une nouvelle connaissance acquise peut faire bifurquer la recherche et la création dans une autre direction, modifier le modèle de départ. Le système est ouvert, dynamique, en évolution constante avec le créateur (Le Moigne

l'appelle *modélisateur*), au fur des idées nouvelles et nouvelles découvertes. Mais aussi, Le Moigne (op. cit., p. 22) nous dit ceci : « modéliser scientifiquement [...] c'est aussi [...] *concevoir, construire et apprendre à utiliser des instruments*¹ dont on veut disposer pour modéliser [...] ».

J'ai pu faire l'expérience de ce processus durant la réalisation de mon projet. Dans l'espoir d'atteindre mes objectifs de composition expérimentale mentionnés antérieurement, j'ai dû passer de la conception de l'instrument au prototypage, aux essais, pour ensuite revenir à la conception et au prototype, ainsi de suite, afin d'améliorer l'outil et de me rapprocher de l'esthétique sonore désirée. À plusieurs reprises, la découverte d'un concept nouveau pour moi, l'acquisition de nouvelles connaissances en synthèse sonore, la génération de nouvelles idées, les défis de programmation, les erreurs (certaines heureuses, d'autres qui hantes), les résultats obtenus m'ont fait retourner à la planche à dessin, modifier, réécrire, questionner, réaliser et avancer dans mon projet et ma réflexion. Ce projet et cette réflexion en évolution constante ne peuvent être réellement terminés. Le chercheur/créateur qui ne tente pas de valider un fait et dont sa recherche est en évolution constante doit alors déterminer le moment où le fruit de ses efforts doit être présenté.

Mon projet est ainsi toujours en construction, mais il a atteint un certain plateau, un état qui, selon moi, est assez avancé pour être déposé comme projet de création de ce mémoire. Cependant, je n'oserais prétendre qu'il est complet et que le tour de la question des degrés de chaos en composition a été fait. Pourrait-on faire le tour de cette question? Après tout, la subjectivité humaine a ceci de particulier que deux créateurs (ou plus) travaillant sur une même thématique précise n'arriveront pas nécessairement aux mêmes résultats.

¹ En italique dans le texte original.

Plusieurs compositeurs ont utilisé le chaos comme modèle dans leur musique. Certains restent fidèles aux mathématiques du chaos; d'autres explorent la complexité musicale, parfois de manière instinctive, métaphorique; chacun à leur façon. Ils sont le sujet du troisième chapitre.

CHAPITRE III : MISE EN CONTEXTE DE L'OEUVRE

Selon le spécialiste du chaos et de la complexité dans la musique Nicolas Darbon (2006, p. 73), « Iannis Xenakis et György Ligeti [...] doivent s'inscrire au frontispice de toute chaologie sonore » : ils ont été les premiers à transposer les théories scientifiques du chaos dans leurs compositions musicales. Dans ce chapitre, il s'agira de mettre en contexte mon oeuvre par rapport à un corpus de trois oeuvres similaires. Dans un premier temps, nous analyserons le travail de Iannis Xenakis en musique stochastique. Ensuite, il sera question d'une pièce de György Ligeti inspirée de la géométrie fractale. Finalement, nous prendrons le duo Anglais *Autechre* en exemple, qui a utilisé *Max/MSP* dès son apparition sur le marché pour approfondir leurs expérimentations.

3.1 Iannis Xenakis et la musique stochastique

Ayant une formation d'ingénieur polytechnique et travaillant comme architecte pour Le Corbusier (Barthel-Calvet, A. S., 2002.), Iannis Xenakis, qui s'intéresse à la musique dès son enfance, se sert des mathématiques pour créer ses compositions. Il crée des systèmes de probabilité pour arriver à de nouveaux résultats musicaux, en utilisant, entre autres, les chaînes de Markov, qui m'ont également inspiré pour la conception des horloges de mon logiciel (voir ch. 2, sect. 2.1.5). Il nous explique sa proposition du terme *stochastique* pour définir ses recherches musicales :

La stochastique étudie et formule les lois dites des grands nombres ainsi que celle des événements rares, les divers processus aléatoires, etc. Voici donc comment [...] est née en 1954, une musique fabriquée du principe de l'indéterminisme que deux ans plus tard j'ai baptisée : Musique stochastique. Les lois du calcul des probabilités entraînent par nécessité musicale dans la composition. (1963, p. 19)

3.1.1 Les règles

Il s'intéresse au phénomène de masse sonore dans la composition, s'inspirant du chant des cigales. Dans son livre *Musique. Architecture.*, Xenakis (1971, p. 27) explique le phénomène de masse sonore :

[...] la structure abstraite de l'événement massique constitué par des milliers d'éléments [...] peut servir à conditionner une masse de pizzicati ou de n'importe quels coups d'archet ponctuels de l'orchestre à cordes classique. [...] le son individuel n'a pas d'importance (à condition bien sûr qu'il existe), on ne le distingue plus mais c'est l'ensemble des particules sonores qui frappent le cortex et la modulation de cet ensemble : va-t-il vers l'aigu, vers le grave, se raréfie-t-il ou au contraire son désordre augmente-t-il?

Pour mimer musicalement un phénomène comme le chant des cigales, Xenakis (1971, p. 30) dit : « On raisonne, a priori, sur ces phénomènes et on essaie de dégager des règles les plus générales qui soient. À partir de ces règles, on reconstitue l'expérience, mais cette fois-ci avec une volonté précise et sachant où l'on va. »

Le hasard pur n'est, pour Xenakis, « qu'un état extrême du désordre » (1963. p. 37). Cependant, la musicalité ou la composition des sons sans règles, dans le hasard pur, est absente par définition. L'intérêt du hasard pur dans la musique pourrait se trouver dans l'accident, mais il me semble que le compositeur y perd son titre puisqu'il n'appliquerait aucunes règles (sauf celle de ne pas en avoir) donc il n'a aucun contrôle. Il m'apparaît alors qu'établir des règles de composition et d'exécution demeure primordial, et ce, même lorsque le compositeur veut appliquer des notions de désordre dans sa composition.

3.1.2 Le rôle de l'ordinateur

Dès le début des années 1960, Xenakis s'intéresse à l'ordinateur et y voit un potentiel en composition musicale. Il présente chez IBM-France, le 24 mai 1962, « une oeuvre de musique stochastique instrumentale, la ST/10-1,080262, calculée par la 7090 et menée à la réussite par le chef d'orchestre C. Simonovic et son *Ensemble Instrumental de Musique Contemporaine de Paris*. » (Xenakis, I. (1963). p. 167). L'ordinateur lui permet d'effectuer des calculs très complexes en un temps raisonnable, calculs qui lui auraient autrement pris plusieurs mois à effectuer.

Il écrira plus tard, dans un texte autobiographique :

« [...] les musiciens ont toujours besoin de recourir à un instrument comme à un guide, en général le piano depuis qu'il existe, afin d'écouter leur partition. Mais le piano ne me permettait pas de maîtriser les formes nouvelles que je concevais. Alors je me suis tourné vers les techniques modernes susceptibles de mettre fin à ces limites jamais surmontées. Les mathématiques et l'informatique m'ont fourni la réponse que je cherchais. [...] de nos jours, les musiciens disposent d'une lutherie, grâce à l'informatique, dont les possibilités sont sans commune mesure avec la lutherie classique, et ces possibilités, jointes aux mathématiques, permettent au compositeur de mener à des profondeurs jamais atteintes l'exploration de soi ou la tentative de transformer la représentation du monde pour la rendre plus vraie. [...] En définitive, toutes les expériences auxquelles je me suis livré au cours des dernières années me conduisent à la conviction que l'avenir de la musique réside dans le progrès de la technologie moderne. » (Xenakis, I., 1980).

Il ne fait pas de doute : pour Xenakis, la technologie, plus particulièrement l'informatique, est la voie à explorer pour faire progresser la recherche en composition musicale. Abondant dans le même sens, mon instrument m'aide à générer des oeuvres complexes qu'il m'aurait été difficile d'imaginer sans l'outil de calcul qu'est l'ordina-

teur. L'oeuvre n'existerait pas sans l'instrument (et sa technologie). Elle n'existerait pas non plus sans la recherche thématique et la conception de l'instrument.

3.1.3 Musique stochastique : *Metastasis*

Les réflexions et théories de Xenakis trouvent leur sens dans les expérimentations musicales qui en ont découlé. Après avoir lu *Musiques formelles* et *Musique. Architecture.*, j'ai mis la main sur un enregistrement d'une de ses pièces, *Metastasis*, qu'il a composée en 1953-54, interprétée par l'Orchestre National de l'O.R.T.F., dirigé par Maurice Le Roux. Ayant lu sur tous ses procédés mathématiques, je m'attendais à entendre une pièce machinale, froide, difficile d'approche. J'ai été surpris de découvrir que j'avais tort. La pièce est organique et il est probable qu'un auditeur n'ayant pas lu ses livres ne pourrait se douter que cette pièce fût très rigoureusement composée à l'aide de mathématiques. À plusieurs reprises, le phénomène de masse de sons se fait entendre, moments où une quantité de musiciens semblent ne pas jouer ensemble, mais où la totalité des sons joués devient la facture esthétique d'intérêt. Xenakis utilise une masse de glissandos pour simuler le chant des cigales. Les masses évoluent en intensité : aux glissandos s'ajoutent des pizzicati, des percussions et des cuivres. On sent l'orchestration précise par les montées d'intensité qui finissent abruptement, malgré les cordes pincées aux rythmes et hauteurs désordonnés qui par moment viennent ponctuer les différents mouvements.

La dualité entre les éléments chaotiques et la précision de la composition est d'un intérêt particulier; on sent un contrôle du désordre. En ce sens, mon travail se rapproche de celui de Xenakis, puisqu'il ne fut jamais question pour moi d'atteindre le chaos le plus pur dans mes compositions, mais plutôt de m'en servir et de l'appliquer à divers degrés pour créer des tensions entre stabilité et instabilité, de pouvoir diriger le chaos, le façonner. Si les résultats musicaux de mes expérimentations sont différents des

siens, nos musiques ont en commun une qualité organique; derrière le chaos et l'imprédictibilité se cachent les mathématiques. L'instabilité nous rapproche du naturel, nous éloigne du machinal. L'aspect du système de composition s'efface pour laisser place à l'oeuvre elle-même.

3.2 György Ligeti

Le compositeur contemporain György Ligeti s'inspire des théories du chaos, plus particulièrement de la géométrie fractale¹, pour composer certaines de ses pièces. La géométrie fractale est une façon de visualiser les invariances d'échelles, analogues à la théorie du chaos de Lorenz. Parmi celles-ci, on retrouve dans *Études pour piano*, Livre 1 (1985) la pièce « Désordre » qui, dès son titre, m'a intrigué. J'ai trouvé un enregistrement de cette pièce, interprétée par Fredrik Ullén.

3.2.1 *Études pour piano, Livre 1 : 1. Désordre*

Désordre présente une évolution au long de ses deux minutes vingt secondes. Cependant, on retrouve dans cette évolution des cellules, des idées itérées, mais en mutation de hauteur, de longueur, de vitesse et d'intensité, simulant l'idée d'invariances d'échelles. La pièce est agressive. Les harmonies sont parfois brisées entre les graves et aigües, créent un malaise, un état chaotique de l'âme. Des notes jouées semblent être en rattrapage ou trop en avance, instables, tels des parasites temporels. Vers 1:20, on atteint un sommet d'intensité, on sent le pianiste frapper les touches, mais on repart aussitôt délicatement. On ressent un aspect physique, les variances de force du jeu du pianiste sur son instrument. Puis, s'en suit une remontée en hauteur et en intensité jusqu'à la fin, qui se termine sur les notes les plus aigües du piano.

¹ Géométrie fractale : Forme chaotique de la géométrie, fruit des recherches du mathématicien Benoît Mandelbrot durant les années 1960 et 1970.

Mon instrument permet de faire des boucles en mutation en quelques points similaires à ce qu'on retrouve dans la pièce de Ligeti. Par exemple, il est possible de générer des séquences dont le rythme change, mais pas l'ordre des notes, ou inversement, que l'ordre des notes change en évoluant selon une même rythmique. Ce dont mon instrument ne peut imiter, c'est l'aspect physique du musicien l'utilisant. Je trouve d'ailleurs que c'est une caractéristique intéressante de la pièce de Ligeti, qui ajoute une expressivité difficilement atteignable avec mon instrument. La transposition dans un environnement virtuel de l'expressivité physique d'un musicien en interaction avec son instrument pourrait être un projet de recherche en soi.

Xenakis et Ligeti exploitent le chaos dans leur composition de manière différente; les résultats musicaux démontrent de la forte subjectivité esthétique du compositeur relativement à la métaphorisation d'un même concept scientifique établi. Tels deux peintres qui peindraient la même scène à partir d'un même point de vue auraient toutes les chances d'arriver à des résultats différents. C'est, selon moi, la démonstration de la richesse de la subjectivité humaine.

3.3 Autechre

Le duo *Autechre* composé de Sean Booth et Rob Brown s'est formé à la fin des années 1980 à Rochdale, en Angleterre. Ils ont débuté en expérimentant avec ce qu'ils avaient sous la main, soit des « quatre pistes » et cassettes, en recyclant la musique d'autres artistes (principalement du rap) au point où les pièces originales devenaient méconnaissables. Quelques années plus tard, ils écrivaient leur propre musique. (Tingen, P., 2004)

3.3.1 La révélation *Max/MSP*

Paul Tingen (2004) du magazine *Sound on Sound*, nous indique leur nature d'expéri-

mentateurs : « they are constantly improvising with different bits of kit, often modifying them and using them for purposes they weren't intended for. » L'arrivée du logiciel *Max/MSP* sur le marché va leur permettre de progresser rapidement dans leur expérimentation musicale :

« "We came up with some pretty interesting stuff as soon as we got [Max/MSP]. [...] it was a way for us to make sequences in which we could manipulate and generate data on the fly. [...] We began using Max for live work, and then ended up using it in the studio. Most of Confield² came out of experiments with Max that weren't really applicable in a club environment. » (Tingen, P., 2004)

Le groupe expérimente entre autres avec la polyrythmie, les séquences génératives, la déconstruction progressive du rythme, etc. Des thèmes qui ont inspiré la conception de mon logiciel. Sean Booth dit :

« When we do generative stuff we work with real-time manipulation of MIDI faders that determines what the rhythms sound like. A sequencer is spitting out stuff and we're using our ears and the faders to make the music. There's no event generation taking place other than within the system we've designed. [...] We generate these beats in Max and with home-made sequencers. » (Tingen, P., 2004)

J'ai eu la même expérience qu'eux en travaillant avec mon logiciel. Comme le logiciel génère des événements sonores complexes selon certaines règles établies par l'utilisateur, ce dernier doit être en réaction à ce qu'il entend.

Même si *Autechre* utilise parfois des outils de génération pour leur musique, beaucoup des rythmes du groupe, aussi complexes soient-ils, sont répétitifs; sous forme de

² Confield : album d'Autechre paru en 2001 sous l'étiquette Warp Records.

boucles se métamorphosant lentement, non sans rappeler la pièce de Ligeti présentée dans ce texte. La répétition a pour effet de concrétiser leurs pièces les plus abstraites.

La pièce *Augmatic Disport* qu'on retrouve sur l'album *Untilted*, étiquette Warp Records (2005), présente un contraste intéressant entre l'abstraction du rythme et la répétition.

3.3.2 *Augmatic Disport*

La pièce s'ouvre sur une boucle déconstruite de percussions synthétiques. La première partie de la boucle est constituée de roulements rapides de ces sons; elle se termine par un son de synthèse de caisse claire répété à cinq reprises. Le mouvement s'arrête un instant, pour recommencer aussitôt par un coup de grosse caisse. La boucle est légèrement différente de la précédente et de la suivante. Tandis que les caisses claires deviennent un point de repère concret pour l'auditeur, le reste de la boucle, mâchée en une bouillie, est flou : approximation et abstraction d'un rythme. Au début de la pièce, cette bouillie est reconnaissable et plutôt structurée. Cependant, plus la pièce avance, plus les éléments se complexifient et plus le rythme se transforme et s'effrite. Il est intéressant de constater à quel point il est possible de reconnaître une cellule sonore complexe lorsqu'entendue à quelques reprises, même si cette cellule n'est pas exactement la même. La reconnaissance de la boucle est aidée par la mise en espace et les timbres particuliers utilisés dans la cellule. Une mélodie ambiante, effacée, se découvre au fil de la pièce. La finale, emmenée progressivement par un deuxième rythme augmentant en importance, se présente de manière plus concrète et répétitive. Décision étonnante pour une pièce qui, pendant les minutes précédentes, tendait de plus en plus vers l'abstraction et l'effritement. Ils brisent ainsi l'atmosphère qu'ils ont créée au long de la pièce. Malgré tout, la capacité d'*Autechre* de créer un rythme à partir de cellules abstraites est remarquable.

3.4 Des approches similaires

Xenakis a perçu le potentiel de l'ordinateur comme outil de composition musicale dès les années soixante. Il exploita le chaos, le désordre et les probabilités dans ses compositions, musique qu'il qualifia de *stochastique*. Ligeti modélisa également, à sa façon, la théorie du chaos dans plusieurs de ses compositions, s'inspirant entre autres de la géométrie fractale, comme c'est le cas dans la pièce *Désordre*. Bien que je ne possède pas les connaissances de la théorie musicale académique de Xenakis et Ligeti, j'ai tout de même l'impression de marcher dans les chemins qu'ils ont ouverts, tentant d'exploiter le concept de chaos dans la composition, tout en trouvant ma propre voie, subjectivité oblige (et la bienvenue!). Les thématiques sont similaires; les moyens de réalisation et l'application de ces thématiques dans la composition diffèrent. De manière similaire, la démarche du groupe *Autechre*, utilisant *Max/MSP* afin d'approfondir leurs expérimentations musicales, est comparable à mon parcours. Lors de leurs débuts, ils devaient contourner les limites de leurs instruments pour arriver à leurs fins. L'arrivée de *Max/MSP* leur a permis de matérialiser des concepts difficilement réalisables avec d'autres instruments, tout comme ce fût mon cas.

Voyons maintenant une description des diverses fonctions de l'instrument et les résultats musicaux obtenus avec son aide.

CHAPITRE IV : L'INSTRUMENT ET L'OEUVRE

J'ai développé, à l'aide de *Max/MSP*, l'instrument de composition qui fût indispensable à mon projet de création de maîtrise. Il est constitué de plusieurs modules : horloges, séquenceurs, synthétiseurs, échantillonneurs, table de mixage et effets. Chacun des modules comprend des paramètres d'ajustement, qui donnent à l'utilisateur une certaine flexibilité pour programmer une composition. Les modules offrent des possibilités particulières qui, je le crois, me permettent d'atteindre mes objectifs principaux de générer de la complexité et du désordre dans une oeuvre sonore. Afin d'élargir les possibilités d'expérimentation, la relation entre ces divers modules peut être configurée au goût de l'utilisateur, à l'aide de matrices. Ce système, inspiré des synthétiseurs modulaires, soumet à l'utilisateur un contrôle sur la relation entre les différents modules, les différentes fonctions du logiciel. Mais avant d'expliquer le fonctionnement de chaque module, je crois important de glisser quelques réflexions sur la méthodologie de design d'interface dans *Max/MSP*.

4.1 Méthodologie de design d'interface

Lors de mon apprentissage de *Max/MSP*, j'ai créé un séquenceur nommé *Wrekencer* (voir Ann. 1, fig. 11), dont j'ai conçu entièrement l'interface graphique. Je me suis rendu compte lors de ce travail qu'en matière de méthodologie, il est peu utile de faire la conception graphique au propre tant que le projet n'est pas dans un état avancé de sa conception. *Max/MSP* comprend des objets d'interface utilisateur tels que des potentiomètres, interrupteurs, boutons, tables graphiques bidimensionnelles, matrices, menus, etc. ainsi que des objets de rétroaction visuelle comme des indicateurs de données (chiffres ou texte), des voyants lumineux, des vumètres, des graphiques, etc. Il est plus productif de se servir de ces objets lors du développement, puisqu'ils sont beaucoup plus faciles et rapides à créer et à modifier.

Dans le cas de *Wrekencer*, j'ai voulu créer ma propre interface dès le début du projet. J'ai donc conçu cette interface dans le logiciel de design vectoriel *Illustrator* d'*Adobe*. Pour intégrer mes visuels dans *Max/MSP*, j'exportais chaque morceau interactif de l'interface dans le logiciel d'édition d'images *Photoshop* d'*Adobe* pour en faire l'assemblage¹. Ensuite je devais choisir les bons objets dans *Max/MSP*, les configurer pour qu'ils acceptent les images que je voulais intégrer, et finalement les placer à leur place dans l'interface. Le problème de méthodologie survenait lorsque je voulais modifier mon concept ou ajouter des paramètres de contrôle à l'interface. Je devais alors retourner dans *Illustrator* pour modifier le design, réexporter des images dans *Photoshop* et ensuite déplacer les objets de contrôle dans l'interface utilisateur de *Max/MSP* pour que tout soit conforme à mon design, ce que j'ai fait à plusieurs reprises lors du développement de *Wrekencer*. J'ai trouvé l'expérience laborieuse.

Il m'est apparu alors plus simple et rapide de faire un prototype d'interface avec les objets d'interface utilisateur de *Max/MSP* pour tester des concepts. Par conséquent, il me semble que le design d'interface final devrait se faire lorsque le projet est dans un état avancé où l'ajout de fonctionnalités et la modification du concept sont peu probables. C'est ce que j'ai fait lors du développement de mon instrument, dont le fonctionnement des modules est décrit plus bas.

4.2 L'instrument

La figure 12 (voir Ann. 1) permet de visualiser le parcours des signaux générés ou traités par les différents modules du système. Plusieurs types de signaux sont utilisés dans le logiciel, soit les pulsations (ou « bang » dans le langage *Max/MSP*), les données (messages et chiffres) et les signaux audio. Ainsi, les horloges génèrent des pul-

¹ Dans *Max/MSP*, les différents états des boutons doivent apparaître dans le même fichier jpg ou png, un à côté de l'autre ou un sous l'autre.

sations qui font progresser les séquenceurs; les séquenceurs génèrent des données qui modifient des paramètres des synthétiseurs et échantillonneurs dans le temps; les synthétiseurs et échantillonneurs génèrent des signaux audio qui sont combinés dans la table de mixage, en passant par les effets, pour être enfin convertis en signaux électriques par l'interface audio de l'ordinateur.

L'interface de navigation du logiciel (*voir* Ann. 1, fig. 13), inspirée de la navigation dans un site web, permet à l'utilisateur de passer d'un module à l'autre à l'aide de menu et sous-menus. Les différents éléments graphiques de chacun des modules représentent de manière visuelle les fonctions et actions du logiciel; illustration des séquences, du rythme, l'amplitude des sons, etc.

4.2.1 Les horloges

Le logiciel met à la disposition de l'utilisateur quatre horloges indépendantes (*voir* Ann. 1, fig. 14a et 14b). Les quatre horloges (horloges A, B, C et D) ont un point d'attache commun, soit la vitesse de l'horloge maître (calculée en *Beat Per Minute* (BPM)) qui est située dans le coin supérieur droit de l'interface et est ajustable dans un créneau de 30 à 300 BPM. Elles servent à générer des trains de pulsations dans le temps, utiles pour appliquer des vitesses et rythmes d'exécution de séquenceurs ou autres fonctions. Inspirées des chaînes de Markov (*voir* ch. 2, sect. 2.1.5), les horloges sont divisées en quatre zones de couleur (bleue, verte, rose et orange) comprenant chacune des paramètres de configuration pour : la création de rythmiques, la multiplication ou division du tempo maître, le degré de chaos (instabilité de l'horloge, de très stable à très instable), le *swing* (particularité du temps musical qu'on retrouve souvent dans le jazz) et le pourcentage de chance de changer de zone. De plus, chacune des zones comprend un mini séquenceur de pulsations dont le nombre de pas est différent (le séquenceur de la zone bleue offre une boucle de trois pas, celui de la zone verte

comprend quatre pas, etc.). L'utilisateur peut ainsi composer une rythmique en allumant et éteignant les pas des mini séquenceurs de chaque zone de couleur.

Lorsqu'on lance la lecture, une tête de lecture (un cercle jaune représentant le moment présent) apparaît dans un des mini séquenceurs et progresse d'un pas à l'autre selon une vitesse et une stabilité déterminées par la configuration des paramètres de sa zone. Chaque fois que la tête de lecture rencontre un pas allumé, une pulsation est générée. Lorsque la tête de lecture rencontre un pas éteint, aucune pulsation n'est générée. Selon le positionnement du paramètre « quitter » de la zone dans laquelle la tête de lecture progresse, cette dernière peut éventuellement passer à la zone de couleur suivante, zone qui peut être configurée différemment, et ainsi de suite.

Chaque module d'horloge génère trois trains de pulsations simultanément, chacun ayant ses propres particularités et sa propre sortie. L'utilisateur peut choisir la sortie qu'il veut pour alimenter diverses fonctions de l'instrument.

La première sortie est nommée « horloge totale » et génère une pulsation chaque fois que la tête de lecture rencontre un pas allumé, peu importe la zone de couleur où elle se trouve. Cette sortie permet de programmer des événements continus.

La deuxième sortie, nommée « horloge couleur », génère une pulsation uniquement lorsque la tête de lecture rencontre un pas allumé dans une zone de couleur sélectionnée par une des flèches au centre de l'interface. À titre d'exemple, dans la figure 14a, la flèche bleue est allumée, signifiant que la zone bleue est sélectionnée. La sortie couleur de cette horloge ne générerait donc des pulsations que lorsque la tête de lecture rencontre un pas allumé dans la zone bleue. Lorsque la tête de lecture progresse dans une autre zone que la bleue, elle ignore tous les pas allumés et ne génère aucune

pulsation par cette sortie. Cette sortie permet de programmer des événements ponctuels.

La troisième sortie se nomme « horloge divisée » : elle est une division de l'horloge totale. L'horloge divisée est un compteur de pulsations qui génère une pulsation lorsqu'il atteint un seuil déterminé par l'utilisateur. L'ajustement se fait par le potentiomètre circulaire situé à droite de l'interface du module de l'horloge. Si l'utilisateur fixe le seuil à sept, alors la sortie de l'horloge divisée générera une pulsation à tous les multiples de sept pulsations générées par l'horloge totale. C'est une façon de générer des pulsations en synchronisation avec une horloge, mais de les raréfier.

Comme l'instrument comprend quatre horloges offrant trois sorties chacune, cela signifie que la section des horloges génère un total de douze trains de pulsations simultanément. Ces sorties sont branchées à une « matrice de pulsations » qui permet de distribuer les pulsations à différents endroits du logiciel, pour en faire progresser les différents séquenceurs : les séquenceurs hexagonaux et leurs rotors, le séquenceur du *quantizer* et les séquenceurs d'échantillonneurs.

4.2.2 Les séquenceurs hexagonaux

La section *séquenceurs* du logiciel contient quatre séquenceurs indépendants. Un séquenceur est une métaphore de partition musicale. Contrairement aux séquenceurs traditionnels où la ligne du temps est disposée sur l'axe horizontal et la hauteur des notes sur l'axe vertical d'un plan cartésien, mon séquenceur se présente sous forme hexagonale (voir Ann. 1, fig. 15a, 15b et 15c). Plutôt que de lire les notes dans un ordre déterminé, ce séquenceur permet de dessiner, sur la grille, le chemin que prendra la tête de lecture (point de lecture, position du « présent », déterminé par un cercle jaune) : dans quel ordre les notes seront jouées. Il est donc possible, en redessinant le

chemin sur la grille, de modifier l'ordre des notes jouées, de créer des boucles plus petites ou plus grandes. Certaines positions du chemin, illustrées par la couleur rose, renvoient la tête de lecture sur un pas de la grille hexagonale choisi au hasard, ajoutant davantage de possibilités de désordre.

L'utilisateur choisi, à l'aide du menu déroulant situé dans le coin supérieur gauche de l'interface d'un séquenceur hexagonal, laquelle des sorties d'horloges fera progresser la tête de lecture de celui-ci. Par exemple, la source de pulsations peut être « horloge B couleur »; alors, la tête de lecture du séquenceur avancera d'un pas, suivant le chemin dessiné par l'utilisateur, chaque fois que la sortie couleur de l'horloge B générera une pulsation. L'utilisateur peut également choisir d'alimenter la tête de lecture à l'aide de la rythmique générée par un autre séquenceur hexagonal, lui-même alimenté par une horloge ou un autre séquenceur.

Les deux rotors permettent d'animer chacun un point du chemin. L'utilisateur choisi, sous le rotor A ou B, le pas qu'il veut animer sur la grille, sélectionne par le menu déroulant quel train de pulsations alimentera l'animation et active ou désactive cette animation à l'aide du bouton représentant un interrupteur. Chaque fois qu'une pulsation est captée par le rotor activé, le chemin du pas sélectionné progressera d'une valeur, dans le sens des aiguilles d'une montre, permettant ainsi l'automatisation du changement de chemin que prendra la tête de lecture dans l'hexagone.

L'utilisateur crée une rythmique dans la grille en allumant et en éteignant des pas du séquenceur. Les pas allumés sont représentés par des points verts et les pas éteints par des cercles vides (blancs). Comme la tête de lecture est alimentée par un train de pulsation ayant lui-même une rythmique, le rythme en découlant peut devenir complexe.

Il est possible de configurer trois valeurs (ou données) par pas du séquenceur. Pour ce faire, l'utilisateur doit passer au mode édition du séquenceur (*voir* Ann. 1, fig. 15b). Il peut alors sélectionner un pas et, à l'aide des trois potentiomètres situés à droite de l'écran, ajuster les valeurs A, B et C de ce pas. Les séquenceurs hexagonaux offrent donc quatre sorties chacun : trois sorties de données (les valeurs A, B et C de chaque pas) ainsi que la rythmique. Quand la tête de lecture d'un des séquenceurs arrive sur un pas allumé, elle génère les trois valeurs (A, B et C) associées à ce pas. Chaque valeur passe par sa sortie respective (sorties A, B et C). Ces valeurs sont transmises à une « matrice de données », qui permet de les distribuer aux synthétiseurs, selon les configurations choisies par l'utilisateur. La rythmique, elle, est transmise à la matrice de pulsations (la même que celle des horloges) pour pouvoir être utilisée afin d'alimenter un ou plusieurs séquenceurs ainsi qu'un ou plusieurs rotors, au besoin.

4.2.3 Les synthétiseurs

Les séquenceurs hexagonaux transmettent des données aux synthétiseurs (*voir* Ann. 1, fig. 16a et 16b) par le biais de la matrice de données. Le logiciel compte quatre synthétiseurs : le premier est un synthétiseur soustractif polyphonique conçu pour les sons de plus longue durée, le second est un synthétiseur soustractif monophonique mieux adapté pour les sons de basses. Les troisième et quatrième synthétiseurs sont identiques : ils permettent la modulation de fréquence, idéale pour générer des sons plus complexes et riches en harmoniques.

Chacun des synthétiseurs contient son lot de paramètres pouvant être édités. On y retrouve entre autres : un filtre, une enveloppe, un volume, la spatialisation stéréophonique et un vibrato, en plus des paramètres d'ajustement du timbre propres à chacun d'eux. On y retrouve également une matrice de modulation, où il est possible de brancher les diverses sorties des séquenceurs hexagonaux aux multiples paramètres de

contrôle des synthétiseurs. Ainsi, non seulement les séquenceurs servent à générer les notes jouées par les synthétiseurs (configurés par le biais du menu déroulant situé dans le coin supérieur gauche de l'interface d'un synthétiseur), mais ils peuvent également moduler la plupart des paramètres de ceux-ci. Des potentiomètres d'atténuation de l'amplitude de la modulation sont disposés à proximité de chaque paramètre pouvant être modulé, pour pouvoir exercer un contrôle sur la portée de la modulation. Certains paramètres, tels que la fréquence et la résonance du filtre, ont un potentiomètre additionnel nommé « glisse » qui permet de lisser le passage d'une valeur à l'autre.

La section des synthétiseurs contient une fenêtre additionnelle, appelée « quantizer » (voir Ann. 1, fig. 17a et 17b). Ce module sert à filtrer les données des séquenceurs exerçant un contrôle sur la hauteur des notes jouées par les synthétiseurs. L'utilisateur peut, dans cette fenêtre, forcer les notes dans une gamme donnée et même créer une séquence de gammes, séquence dont la progression est alimentée par un train de pulsations. Il est possible de déterminer le nombre de pas qu'aura la séquence de gammes (de deux à huit) à l'aide de la flèche verte située dans le bas de l'interface du *quantizer*. Pour déterminer le changement de pas, l'utilisateur peut ajuster le seuil d'un compteur de pulsations, pour chaque pas, dans le haut de l'interface. Si, par exemple, le seuil du compteur du premier pas est de 23, alors il faudra attendre 23 pulsations de la source de pulsations avant de passer au deuxième pas. Chaque pas peut avoir un seuil différent. Ce séquenceur permet d'automatiser la progression de gammes lors d'une pièce.

Les sorties stéréophoniques (audio) des synthétiseurs sont branchées au module de mixage, où l'utilisateur peut ajuster, pour chaque synthétiseur, la spatialisation stéréophonique, le volume ainsi qu'appliquer des effets (délai et réverbération).

4.2.4 Les échantillonneurs

En plus des synthétiseurs, quatre échantillonneurs identiques et indépendants sont offerts (*voir* Ann. 1, fig. 18a et 18b). Chaque échantillonneur possède son propre séquenceur dédié. Les échantillonneurs et leur séquenceur ont été conçus pour créer des parties de percussions et de batterie, mais je me suis rendu compte qu'ils pouvaient être utilisés plus largement. Tout comme pour les séquenceurs hexagonaux, l'utilisateur doit choisir, à l'aide du menu déroulant situé dans le coin supérieur gauche de l'interface, la source de pulsations qui alimentera les têtes de lecture des pistes du séquenceur.

La particularité du séquenceur d'échantillonneur est que le rythme, le choix du son joué et la séquence de modulation de paramètres sont séparés sur des pistes différentes qui ont chacun leur tête de lecture indépendante (mais qui progressent au rythme du même train de pulsations), ce qui permet de dissocier ces opérations qui sont normalement synchronisées. Il est possible de choisir les positions de début et de fin de boucle de la tête de lecture de chacune des pistes à l'aide des flèches vertes situées au-dessus (début) et en dessous (fin) de chacun d'eux. On peut également déterminer, pour chacune des pistes, la direction que prendra leur tête de lecture en choisissant parmi les quatre options suivantes : avant (à chaque pulsation reçue, la tête de lecture progressera d'un pas de gauche à droite, entre les positions de début et de fin de la boucle), arrière (à chaque pulsation reçue, la tête de lecture progressera d'un pas de droite à gauche, entre les positions de début et de fin de la boucle), pendule (à chaque pulsation reçue, la tête de lecture progressera de gauche à droite à gauche à droite et ainsi de suite, entre les positions de début et de fin de la boucle) et aléatoire (à chaque pulsation reçue, la tête de lecture se rendra au hasard sur un des pas situé entre les positions de début et de fin de la boucle).

Par exemple, il est possible d'avoir une rythmique de cinq pas dont la tête de lecture progresse de gauche à droite, une séquence de choix de sons de neuf pas dont la tête de lecture progresse aléatoirement, et une séquence de modulation de douze pas dont la tête de lecture progresse en pendule. Cependant, si l'utilisateur désire synchroniser les trois têtes de lecture du séquenceur d'un échantillonneur, il peut donner à une tête de lecture le statut de « reine » en activant la couronne située à sa droite. Ainsi, toutes les têtes de lecture du séquenceur de cet échantillonneur suivront la position de la reine et ignoreront leurs paramètres de configuration (soit les positions de début et fin de boucle et la direction). Il est également possible de synchroniser toutes les têtes de lecture de tous les séquenceurs d'échantillonneurs en activant le mode « roi » d'un des échantillonneurs (en allumant une des quatre couronnes sous le menu des échantillonneurs). Ainsi, toutes les têtes de lecture des séquenceurs des échantillonneurs ignoreront leurs configurations pour suivre la tête de lecture « reine » choisie dans le séquenceur de l'échantillonneur « roi ». Si aucune reine n'est choisie dans l'échantillonneur roi, toutes les têtes de lecture des séquenceurs des échantillonneurs se synchroniseront par défaut sur la tête de lecture de la piste de rythmique du séquenceur de l'échantillonneur roi.

Parmi les paramètres d'édition des échantillons accessibles à l'utilisateur, on y retrouve l'ajustement de la hauteur, une enveloppe d'amplitude, le volume, la spatialisation, une fonction de répétition de l'échantillon, un paramètre de position de début de la lecture de l'échantillon et un paramètre de position de fin. Chacun de ces paramètres peut être modulé par la section « index / mod. » ou la section « modulation » du séquenceur.

Les sorties stéréophoniques (audio) des échantillonneurs, tout comme celles des synthétiseurs, sont branchées dans le module de mixage.

4.2.5 La table de mixage et les effets

La table de mixage (voir Ann. 1, fig. 19a et 19b) comprend onze pistes stéréophoniques avec paramètres d'ajustement : quatre pour les synthétiseurs, quatre pour les échantillonneurs, un pour le volume général du délai, un pour le volume général de la réverbération et un pour le volume global de tout le logiciel.

Les pistes des synthétiseurs et échantillonneurs ont chacune un bouton de mode solo, un bouton de silence, un potentiomètre de volume, un potentiomètre de spatialisation stéréophonique, un potentiomètre contrôlant l'amplitude du délai et un potentiomètre contrôlant l'amplitude de la réverbération. Les paramètres d'ajustement des effets (délai et réverbération) sont accessibles dans la même fenêtre.

Il est à noter que le code derrière la réverbération est en partie tiré d'une encapsulation² nommée « YAFR » (*Yet Another Free Reverb*) développée par Randy Jones, qui est incluse dans un exemple du logiciel *Max/MSP*. La programmation d'algorithme de réverbération étant bien au-delà de mes compétences et la réverbération ne constituant pas l'objet de mes recherches, j'ai cru acceptable de récupérer cette encapsulation dans mon projet. Il s'agit du seul élément que j'ai emprunté d'un autre projet.

4.2.6 Sauvegarde de la configuration de paramètres

La configuration de tous les paramètres du logiciel peut être capturée dans un *preset*. La bande foncée située dans le bas de l'interface permet de gérer ces *presets*. Le logiciel peut en retenir jusqu'à douze et ceux-ci peuvent être sauvegardés dans l'ordinateur en un seul fichier. Ces fichiers peuvent être rappelés par la suite. Il est possible de passer progressivement d'un *preset* à un autre par interpolation, en glissant la flèche jaune sur l'axe horizontal. Il est donc possible de positionner la flèche à mi-che-

² Encapsulation : Cellule de programmation regroupée (encapsulée) dans un objet dans *Max/MSP*.

min entre deux *presets* et d'obtenir des résultats pouvant être différents de ce qu'on aurait composé.

4.2.7 Paramètres

La section « Paramètres » (voir Ann. 1, fig. 20) permet de sélectionner le contrôleur MIDI, l'interface audio ainsi que l'ajustement de paramètres généraux comme le nombre de voix de polyphonie des synthétiseurs A, C et D (le synthétiseur B étant monophonique) et le mode d'enregistrement du logiciel.

4.3 Composition à l'aide de l'instrument

L'interaction et la rétroaction entre l'utilisateur et le logiciel (l'instrument) sont essentielles. Le processus de création est itératif et évolutif. L'utilisateur manipule l'instrument et réagit à ce que cet instrument génère pour travailler sa composition. Il exerce un certain contrôle sur le degré de désordre et de complexité de plusieurs éléments de la composition : au niveau des horloges, par l'ajustement des paramètres de chaos et de probabilité de changer de zone de couleur; par la multiplication du rythme des horloges au rythme des séquenceurs; par la polyrythmie créée par les multiples instances des séquenceurs pouvant être configurés pour ne pas avoir le même nombre de pas dans leur boucle et ne pas avoir les mêmes horloges faisant progresser leur tête de lecture; par le changement (automatisé ou manuel) de chemin des séquenceurs hexagonaux pouvant altérer l'ordre de leurs pas et la durée de leur boucle; par le décalage entre la rythmique, le choix des sons et la modulation à même un séquenceur d'échantillonneur. Un degré élevé de désordre transformera la composition considérablement d'une génération (ou d'une écoute) à l'autre et tendra proportionnellement vers l'imprévisible. Malgré tout, la composition ne peut pas être un pur hasard, car les paramètres sont là pour être ajustés par l'utilisateur. Il décide.

Tout au long du développement de l'instrument, j'ai dû revoir comment certaines fonctions étaient représentées visuellement et comment l'utilisateur devait interagir avec celles-ci. Malgré tous les efforts au niveau de l'interface, certains modules, les séquenceurs hexagonaux en particulier, restent plutôt laborieux à utiliser. J'estime que je devrais être capable de composer plus rapidement en utilisant ces derniers, mais je n'ai, à ce jour, pas trouvé de moyens d'optimiser davantage l'interface afin d'y arriver. Par contre, les résultats générés par ces séquenceurs sont à la hauteur de mes espérances.

4.4 Esquisse esthétique et présentation de l'instrument et de l'oeuvre au public

Durant mon parcours à la maîtrise, j'ai eu la chance de présenter mon instrument au public lors du *Salon son et image 2012*, de présenter une composition sonore sur la thématique du chaos devant public et jury lors du concours de *Bourses d'excellence Sennheiser Canada en création sonore et nouveaux médias* édition 2011 et de générer une pièce à l'aide de mon instrument lors de l'édition 2012 de ce même concours.

4.4.1 *Tourmente* : esquisse esthétique

J'ai commencé à explorer la thématique du chaos en composition quelques temps avant d'entreprendre la conception de mon logiciel. Durant les mois de décembre 2010 et janvier 2011, j'ai créé la pièce *Tourmente* à partir d'enregistrements de violoncelle et de synthèse sonore dans le but de la soumettre au concours de *Bourses d'excellence Sennheiser Canada en création sonore et nouveaux médias*, édition 2011³. Lors des enregistrements, j'ai dirigé la violoncelliste vers des sonorités particulières : je lui demandais de ne pas me jouer des notes justes; de faire siffler son instrument; d'aller entre les notes; de pincer les cordes; etc. Je cherchais à enregistrer la matériali-

³ La pièce *Tourmente* se trouve sur le DVD (voir Ann. 3) et est disponible à l'adresse internet suivante : <http://sennheiser.uqam.ca/component/content/article/81-tourmente.html>

té de l'instrument, les craquements du caisson de bois, le frottement de l'archet, et non les notes parfaites exécutées avec virtuosité.

En ce qui concerne la synthèse sonore, j'ai utilisé principalement mon synthétiseur modulaire *Eurorack* pour produire des sonorités se rapprochant plus ou moins des sons du violoncelle. J'ai configuré les modules de rythmique de manière à ce qu'ils soient instables pour créer l'idée du désordre.

J'ai dû faire le montage des diverses parties de la pièce dans le logiciel *Logic*. Le travail a été laborieux : j'ai passé un temps considérable à déplacer les divers segments sonores sur la ligne du temps afin de les positionner aux endroits qui me plaisaient, ce qui va à l'encontre du concept de désordre. La pièce présente une esthétique chaotique, mais tous ses éléments sonores furent placés rigoureusement dans une fenêtre d'édition aux allures cartésiennes. Il m'est apparu contre-productif de travailler d'une telle façon puisque le logiciel utilisé invitait à faire le contraire de ce que je tentais de faire. La création du logiciel dont il est question dans ce mémoire est en partie due à cette expérience.

La pièce a été présentée devant public et jury le 21 mars 2011 et m'a fait remporter le premier prix dans la catégorie *maîtrise*.

4.4.2 L'instrument au Salon son et image 2012

En mars 2012, j'ai été invité à représenter l'École des médias de l'UQAM au Salon son et image, avec un collègue du baccalauréat en multimédia. J'y ai présenté mon instrument et ses capacités pour la première fois au public. La clientèle d'un tel événement est constituée en grande partie d'adeptes du son. Les kiosques voisins faisaient la démonstration d'équipement audio sophistiqué, tels des haut-parleurs et des

amplificateurs. Je n'ai vu aucun autre instrument que le mien et celui de mon collègue au Salon. Nous étions dans une catégorie à part et plusieurs personnes pensaient initialement que l'UQAM s'était lancée dans la fabrication de haut-parleurs...

Pour savoir à qui j'avais affaire et ajuster ma présentation, lorsque quelqu'un s'arrêtait pour voir ce que je présentais, je demandais à la personne si elle jouait d'un instrument. Quelques-uns m'ont dit « gratter la guitare à l'occasion » et j'ai eu quelques « drummers », mais peu d'entre eux étaient musiciens et la plupart n'avaient jamais ouvert un logiciel de musique. Malgré tout, les réactions ont été très positives. J'ai été surpris de constater qu'en grande partie, les gens (de tout âge, sexe et culture) m'écoutaient raconter mon projet du début à la fin. Il s'agit d'un projet complexe et plusieurs m'ont dit ne pas bien comprendre le fonctionnement de l'instrument, mais leurs regards fascinés sur l'interface en mouvement et leurs réactions positives aux sonorités générées m'a touché.

J'ai eu très peu de commentaires négatifs, mais je retiens celui d'un homme dans la fin trentaine, veston et cravate, qui m'a dit que ce que je faisais ne servait à rien. J'essayais de lui expliquer que le projet a été créé dans le but d'expérimenter et que j'avais travaillé la thématique du chaos, mais pour lui, ce que je faisais n'était « pas écoutable » et n'avait aucune valeur marchande potentielle. Il faut dire que plus la démonstration progressait, plus le degré de chaos de la composition était élevé. Je m'éloignais du « populaire » et m'approchais de l'expérimental.

Cet homme est une des rares personnes à m'avoir donné des commentaires négatifs. Je crois cependant que les gens sont plus aptes à donner des commentaires positifs ou à se taire, donc il est probable que certains aient gardé leurs commentaires négatifs pour eux. Néanmoins, ce fut pour moi une expérience positive.

4.4.3 L'oeuvre au concours de *Bourses d'excellence Sennheiser Canada en création sonore et nouveaux médias*, édition 2012

J'ai utilisé mon logiciel pour générer une pièce lors d'une performance devant public dans le cadre du concours de *Bourses d'excellence Sennheiser Canada en création sonore et nouveaux médias*, le 17 mai 2012⁴. Cette performance, pour laquelle j'ai reçu de bons commentaires d'auditeurs, m'a valu le premier prix du concours dans la catégorie *maîtrise*. Pour l'occasion, j'avais préparé une composition en trois phases, intitulée « Variations sur un désordre » dont je manipulais certains paramètres à l'aide d'un contrôleur MIDI. La première phase était semblable à une trame dont les paramètres du timbre et des dynamiques étaient générés en respectant un système de probabilités. La deuxième phase était une itération de sons ponctuels dont la densité décroissait et la dernière était une progression d'un rythme de percussions stable vers le désordre.

La performance s'est bien déroulée. Après m'être pratiqué à plusieurs reprises à la maison, je n'ai pas fait d'erreur et j'ai bien réalisé les enchaînements prévus. Cette reconnaissance est importante pour moi, car j'étais en concurrence avec douze de mes collègues de la maîtrise qui avaient également travaillé très fort sur leur composition, mais également parce que ce que j'y ai présenté est le fruit de mon travail à la maîtrise.

Cependant, je trouve que la composition présentée ne varie pas beaucoup en intensité et en émotion. C'est un point que j'aimerais améliorer dans mes futures compositions. L'instrument le permet (les outils sont là); c'est plutôt un défi de composition pour l'utilisateur.

⁴ Une vidéo de la performance se trouve sur le DVD (voir Ann. 3) et à l'adresse internet suivante : <http://sennheiser.uqam.ca/archives/edition-2012/127-variations-sur-un-desordre.html>

Bien que l'instrument soit fait sur mesure et adapté à mes besoins, un apprentissage et une expérience sont nécessaires pour en tirer plus grand parti, même pour le concepteur du logiciel. Je dois passer plus de temps à composer à l'aide de l'instrument que j'en ai passé à le programmer afin de le connaître et de me l'approprier. Même si j'en ai élaboré les concepts originaux et conçu l'interface, que je l'ai programmé, l'expérience ne peut s'accumuler qu'avec le temps passé à l'utiliser. Cette constatation m'a surpris : j'avais présupposé qu'en l'ayant conçu, je connaîtrais ses moindres secrets, qu'il me serait malléable, mais l'exercice ne fût pas aussi simple. Comme le système de l'instrument est ouvert, qu'il contient un certain nombre d'outils, les possibilités de création sont grandes; il faut alors apprendre à l'utiliser pour réaliser au moins en partie ses intentions de composition.

4.5 Interface physique

Le contrôleur MIDI *CODE* de *Livid Instruments*, que j'avais acheté pour manipuler les paramètres de mon instrument, s'est avéré ne pas être parfaitement adéquat. Le contrôleur dispose de 32 encodeurs dans une grille cartésienne de quatre par huit et de quelques boutons (voir Ann. 1, fig. 21). Cependant, mon logiciel est composé de plusieurs fenêtres différentes (les horloges, les séquenceurs, les synthétiseurs, etc.) dont les interfaces ne sont pas toutes disposées en grille cartésienne. Il devenait alors difficile d'assigner logiquement les boutons du contrôleur MIDI aux paramètres ajustables de mon logiciel.

Il m'apparaît aujourd'hui évident que pour l'instrument, l'interface de contrôle le plus efficace serait l'écran tactile. J'ai essayé de configurer *Touch OSC*, une application *iPad* usant du protocole *Open Sound Control* (OSC) pour créer une interface de contrôle semblable à mon séquenceur hexagonal, mais la fenêtre du *iPad* est trop petite pour que ça fonctionne bien. Je crois que la tablette *Surface Pro* de *Microsoft* serait

un meilleur choix, car elle est disponible dans un plus grand format que l'*iPad*, qu'on peut y installer des logiciels complets et non que des applications pour tablette. L'utilisateur pourrait donc y installer *Max/MSP*, lancer le logiciel, et manipuler ses différents paramètres avec les doigts, directement sur l'écran.

CONCLUSION

À l'image de l'effet papillon, je n'aurais pu prédire où la maîtrise m'emmènerait lorsque je m'y suis inscrit. D'un simple questionnement sur la musique populaire et avec la volonté d'expérimenter, jamais je n'aurais cru que, pendant mon cheminement, j'en arriverais à programmer un instrument spécialisé pour expérimenter sur la thématique du désordre. D'autant plus que je n'avais pratiquement aucune expérience en programmation.

Ce fut l'occasion pour moi d'apprendre à faire une recherche sérieuse sur un sujet précis et de transposer mes connaissances, mes concepts et idées, en une oeuvre, et d'en créer les outils pour y arriver.

Je crois avoir atteint mon objectif de stimuler l'exploration sonore en créant cet instrument inspiré du chaos. Je peux créer des systèmes complexes à l'aide de modules relativement simples. J'ai été surpris par les résultats obtenus. Mais ce n'est pas fini. Je ne peux m'empêcher de penser n'avoir exploré qu'une infime partie de la thématique du chaos en composition musicale. Le chaos demeure une source d'inspiration pour moi. La flexibilité de mon instrument me permettra, je l'espère, de continuer à explorer des aspects de cette thématique pendant longtemps. De plus, je continue, au moment d'écrire ces lignes, de développer des concepts sur la thématique de l'instabilité et du désordre. Je programmais tout récemment un algorithme d'instabilité du tempo simulant les erreurs variables de synchronisme d'un musicien par rapport à un tempo précis. Le chaos sert alors à rendre moins machinal un ordinateur. Je continue de mettre sur papier des concepts de séquenceurs, tentant de trouver des façons simples et différentes de composer.

La systémique m'a fait réaliser qu'un projet peut être en constante évolution et que toutes les connaissances qui seront acquises dans le futur pourront m'aider à transformer mon instrument, à en développer de nouveaux, à bonifier mes compositions. Lors de la maîtrise, j'ai réalisé un instrument permettant de jouer avec divers degrés de chaos *d'une certaine façon*, qui m'a permis d'atteindre *certaines résultats*, mais ayant lu sur les méthodes de Ligeti et de Xenakis, je constate qu'il existe bien d'autres ramifications et possibilités. Malgré notre thématique commune, nous avons chacun suivi notre chemin, nos idées, élaboré des concepts différents et trouvé des méthodes différentes pour arriver à nos fins. D'autres créateurs ayant d'autres concepts, d'autres idées, d'autres façons de transposer le désordre dans la musique arriveraient certainement à d'autres résultats. Mais également, ces autres créateurs, même s'ils utilisaient mon instrument, arriveraient à coup sûr à d'autres résultats que les miens. Même en musique populaire, on constate que les itérations sont infinies. On peut observer des tendances, des genres, parmi le grand nombre de pièces de musique populaire accessible. Mais par la découverte d'un intérêt, d'une thématique à explorer, par une recherche sur cette thématique, on peut se donner les moyens d'expérimenter, en ayant la liberté de ne pas tenter de plaire à toutes et à tous, en se permettant toutes les erreurs et heureux accidents, en se libérant de traditions et en ayant, espérons-le, du plaisir à le faire.

Il ne faudrait pas négliger l'apport de l'ordinateur et du logiciel *Max/MSP* dans mon travail de recherche et de création, qui m'ont permis de réaliser mon instrument et mon oeuvre. Ces outils flexibles, par des créateurs, pour des créateurs, permettent de matérialiser des concepts qui étaient pratiquement inimaginables quelques années plus tôt. Nous assistons ainsi directement à la construction collective des connaissances et les outils créés par l'un, mis à la disposition des autres, permettent de repousser les limites de la création. C'est pourquoi j'ai le projet futur d'essayer de distribuer mon

instrument par internet, pour permettre à d'autres d'expérimenter et d'arriver à leurs propres résultats. Un tel projet n'est pensable qu'à moyen terme, car je n'ai que peu des connaissances nécessaires à sa réalisation. Par contre, au travail, j'ai la chance d'être entouré de gens ayant les compétences pour m'aider à créer un système de distribution électronique. Autre obstacle : l'instrument a, dans son état actuel, quelques lacunes techniques qui l'empêchent d'être prêt pour le marché, telles l'implémentation MIDI, la sauvegarde et le rappel des banques d'échantillons, l'importation de polices de caractères et une rigidité au niveau de la résolution de l'interface graphique. Malgré tout, il semble que ce soit la prochaine étape naturelle de cette aventure.

ANNEXE I - LISTE DES FIGURES

1. Exemple de chaînes de Markov (p. 13)
2. Synthétiseur modulaire *Serge* et câbles avec fiches de type « banane » (p. 17)
3. Prototype avec objets d'interface *Max/MSP* (p. 18)
4. Interface avec menu de navigation (p. 18)
5. Module *Z8000 Matrix Sequencer/Programmer* de *Tiptop Audio* (p. 19)
6. Prototype de séquenceur de type « matrice » (p. 20)
7. Croquis du concept de séquenceur « chemins », 3 novembre 2010 (p. 20)
8. Illustration du fonctionnement du séquenceur « chemins » 4 x 4 (p. 20)
9. Prototype *Max/MSP* du séquenceur « chemins » 4 x 4 (p.20)
10. Prototype *Max/MSP* du séquenceur hexagonal (p. 21)
11. *Wrekencer* (p. 33)
12. Schéma du parcours des signaux des grands modules du logiciel (p. 34)
13. Interface de navigation (p. 35)
- 14a. Horloge A - interface (p. 35, 36)
- 14b. Horloge A - schéma (p. 35)
- 15a. Séquenceur hexagonal - mode chemin (p. 37)
- 15b. Séquenceur hexagonal - mode édition (p. 37, 39)
- 15c. Séquenceur hexagonal - schéma (p. 37)
- 16a. Synthétiseur A - interface (p. 39)

- 16b. Synthétiseur A - schéma (p. 39)
- 17a. Quantizer - interface (p. 40)
- 17b. Quantizer - schéma (p. 40)
- 18a. Échantillonneur - interface (p. 41)
- 18b. Échantillonneur - schéma (p. 41)
- 19a. Table de mixage - interface (p. 43)
- 19b. Table de mixage - schéma (p. 43)
- 20. Paramètres (p. 44)
- 21. Contrôleur MIDI *CODE* de *Livid Instruments* (p. 49)

Figure 1 : Exemple de chaîne de Markov

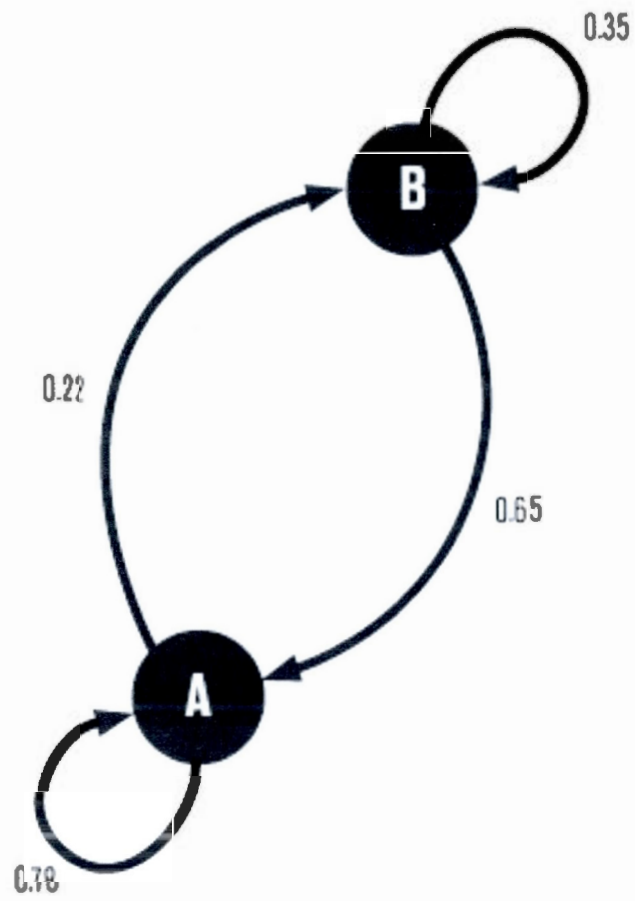


Figure 2 : Synthétiseur modulaire *Serge* et câbles avec fiches de type « banane »

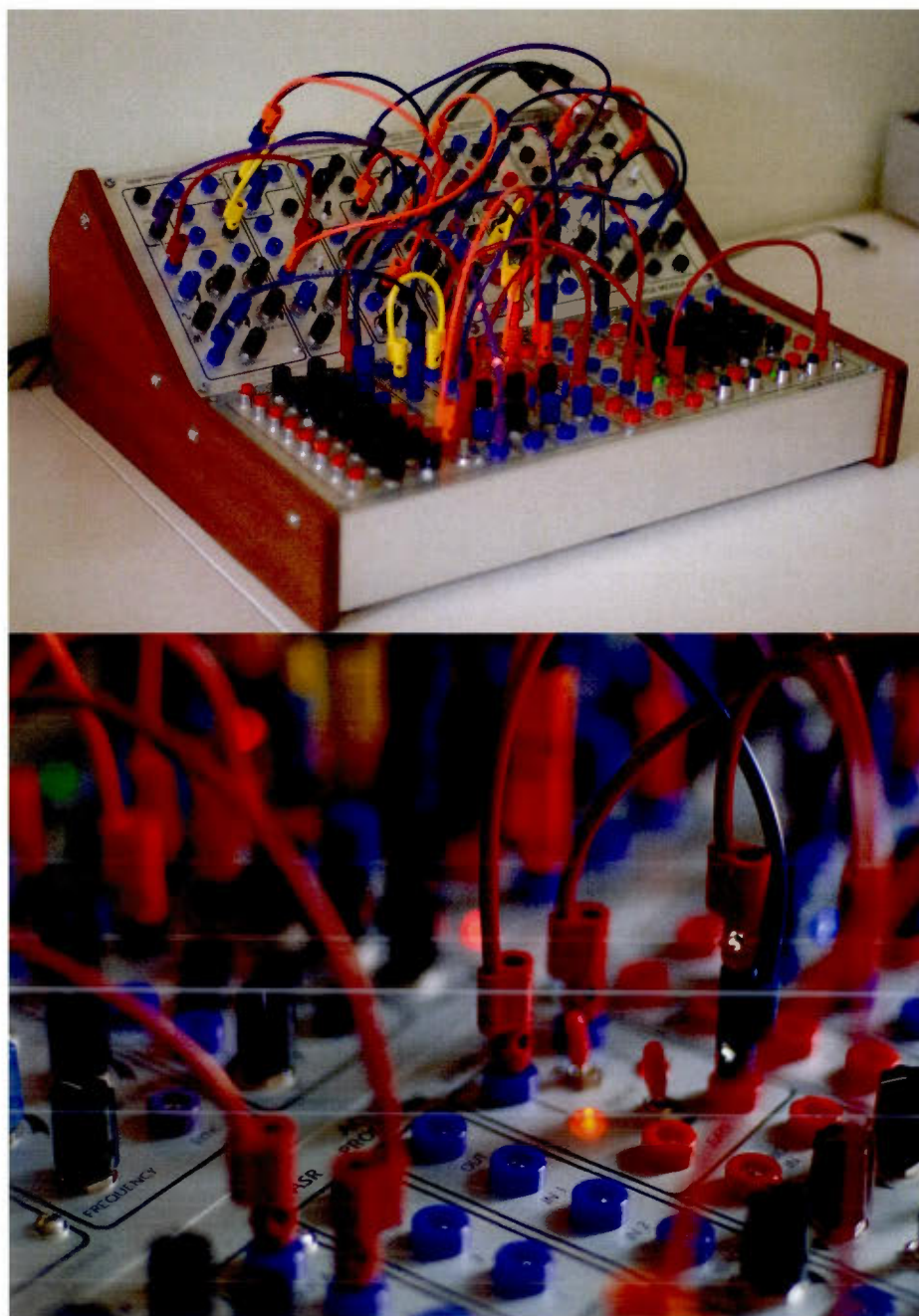


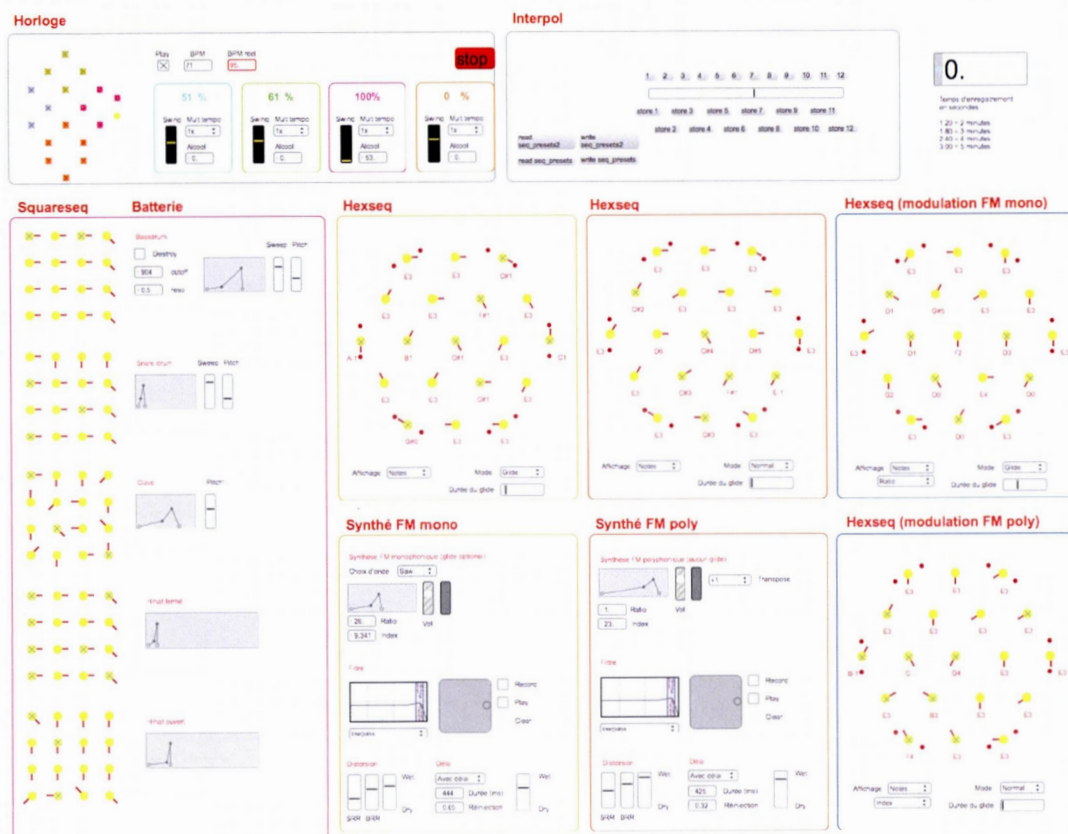
Figure 3 : Prototype avec objets d'interface *Max/MSP*

Figure 5 : Module Z8000 Matrix Sequencer/Programmer de Tiptop Audio

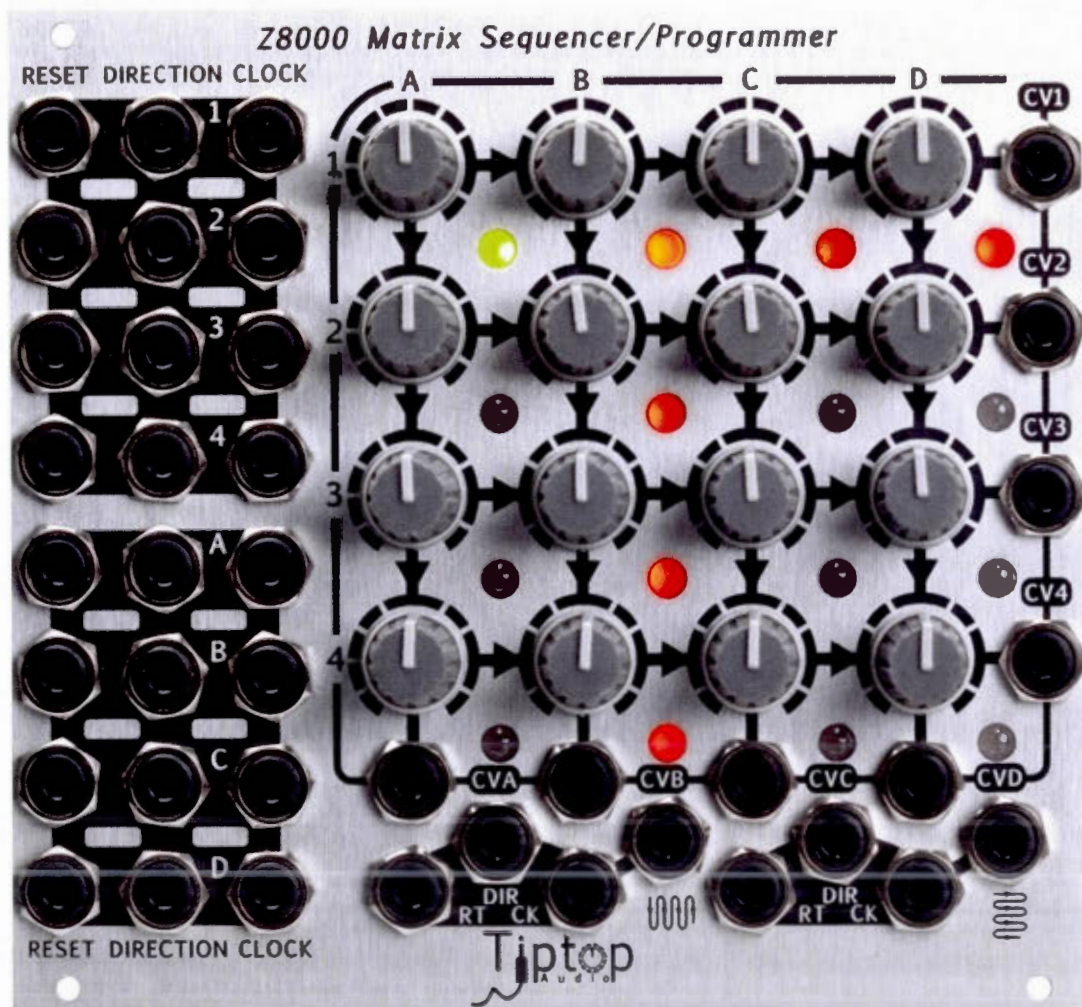


Figure 6 : Prototype de séquenceur de type « matrice »

Horloge et séquenceurs

Play		Swing		Séquenceur "Matrix"	Sélection des 3 modes	Direction de chaque mode		Positions d'entrée et de sortie de boucle (mode X total seulement)	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				X total	Avant	5	11	
107					X1	Avant (bas)			
BPM					Y1	Avant			
						Bas			
								Effacer les pas	

Figure 8 : Illustration du fonctionnement du séquenceur « chemins » 4 x 4

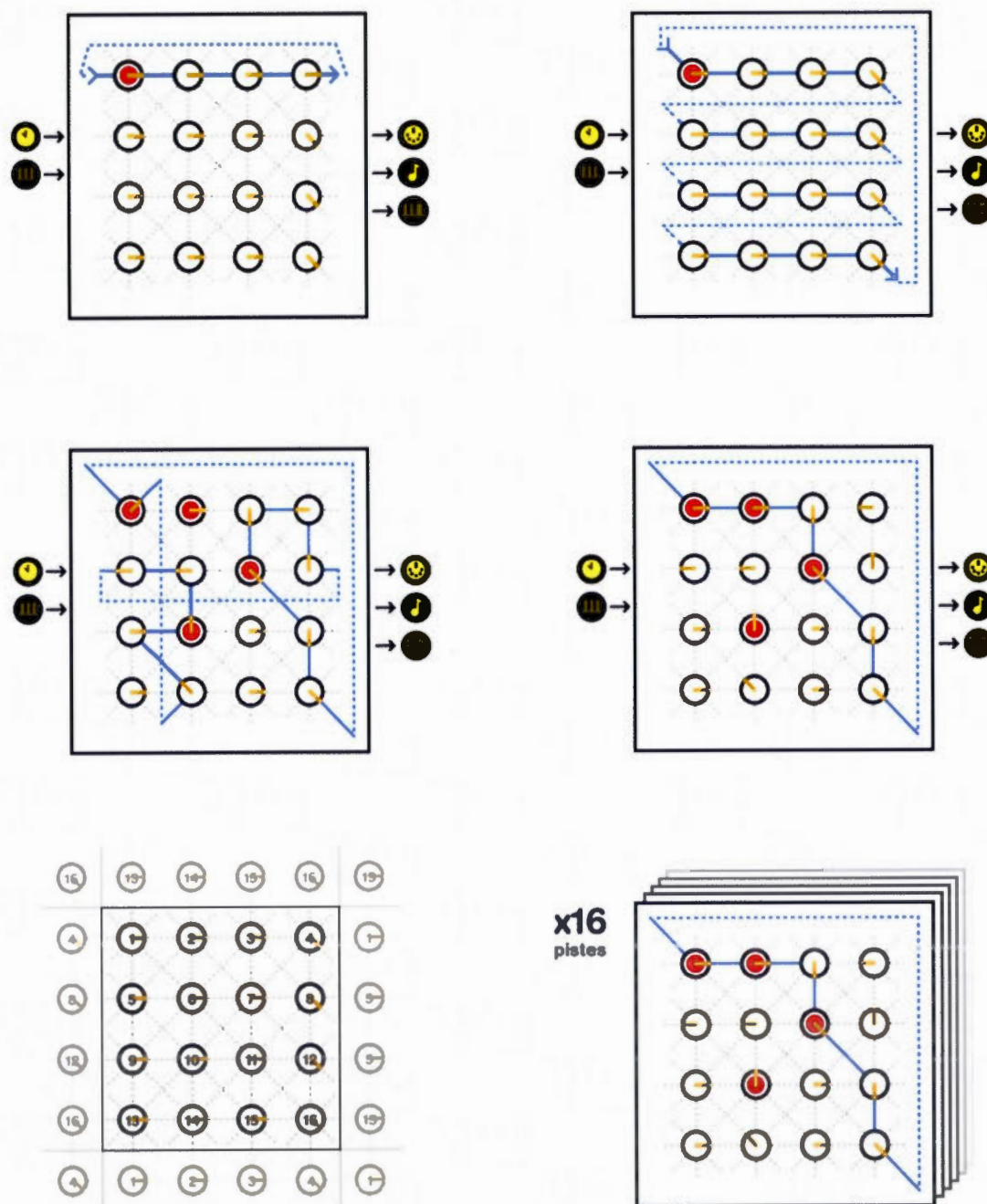


Figure 9 : Prototype *Max/MSP* du séquenceur « chemins » 4 x 4

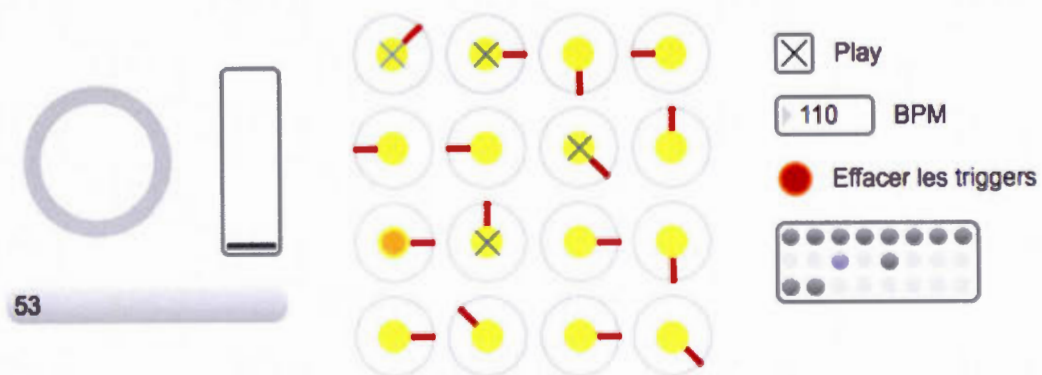


Figure 10 : Prototype *Max/MSP* du séquenceur hexagonal

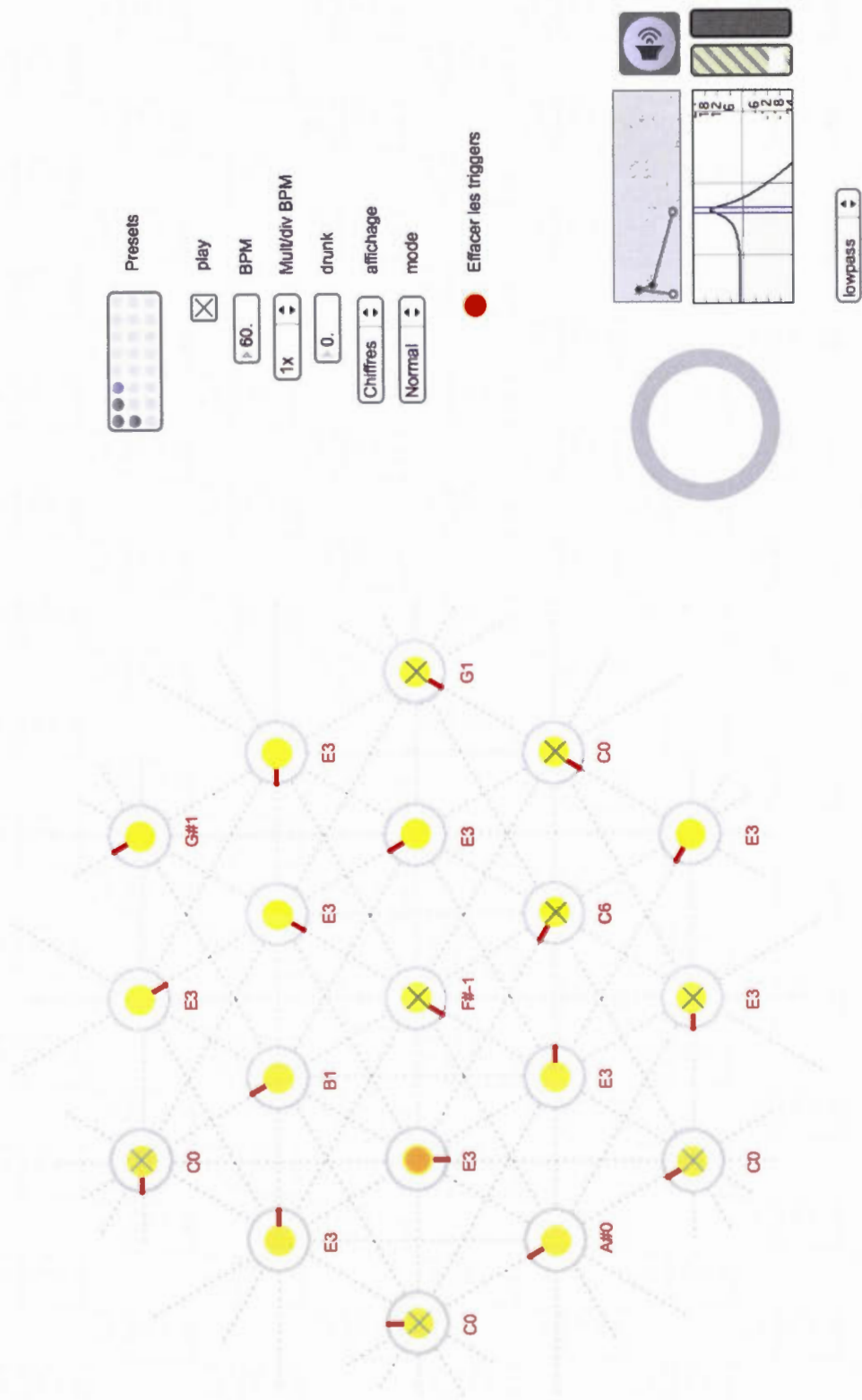


Figure 11 : *Wrekencer*

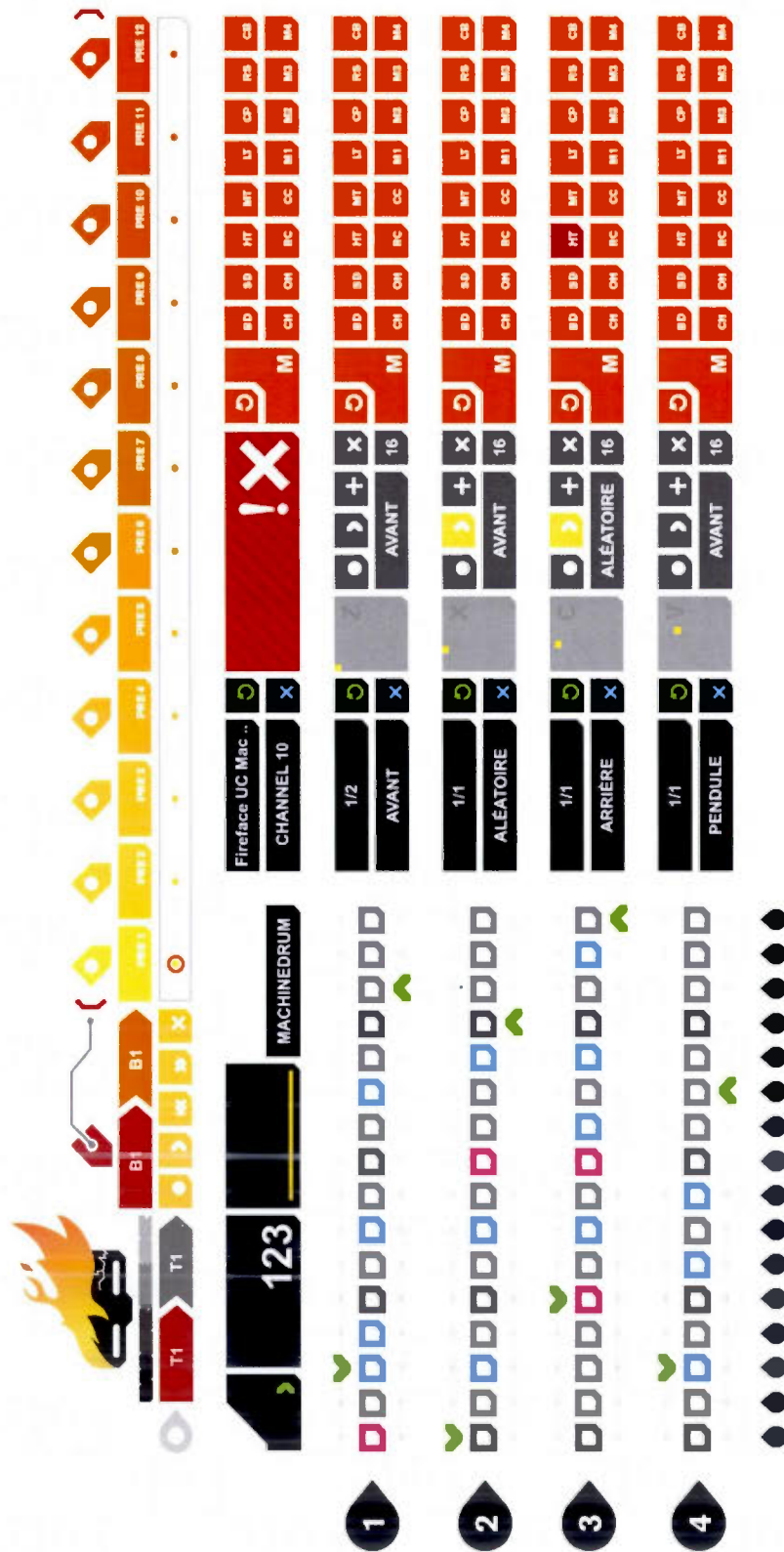


Figure 12 : Schéma du parcours des signaux des grands modules du logiciel

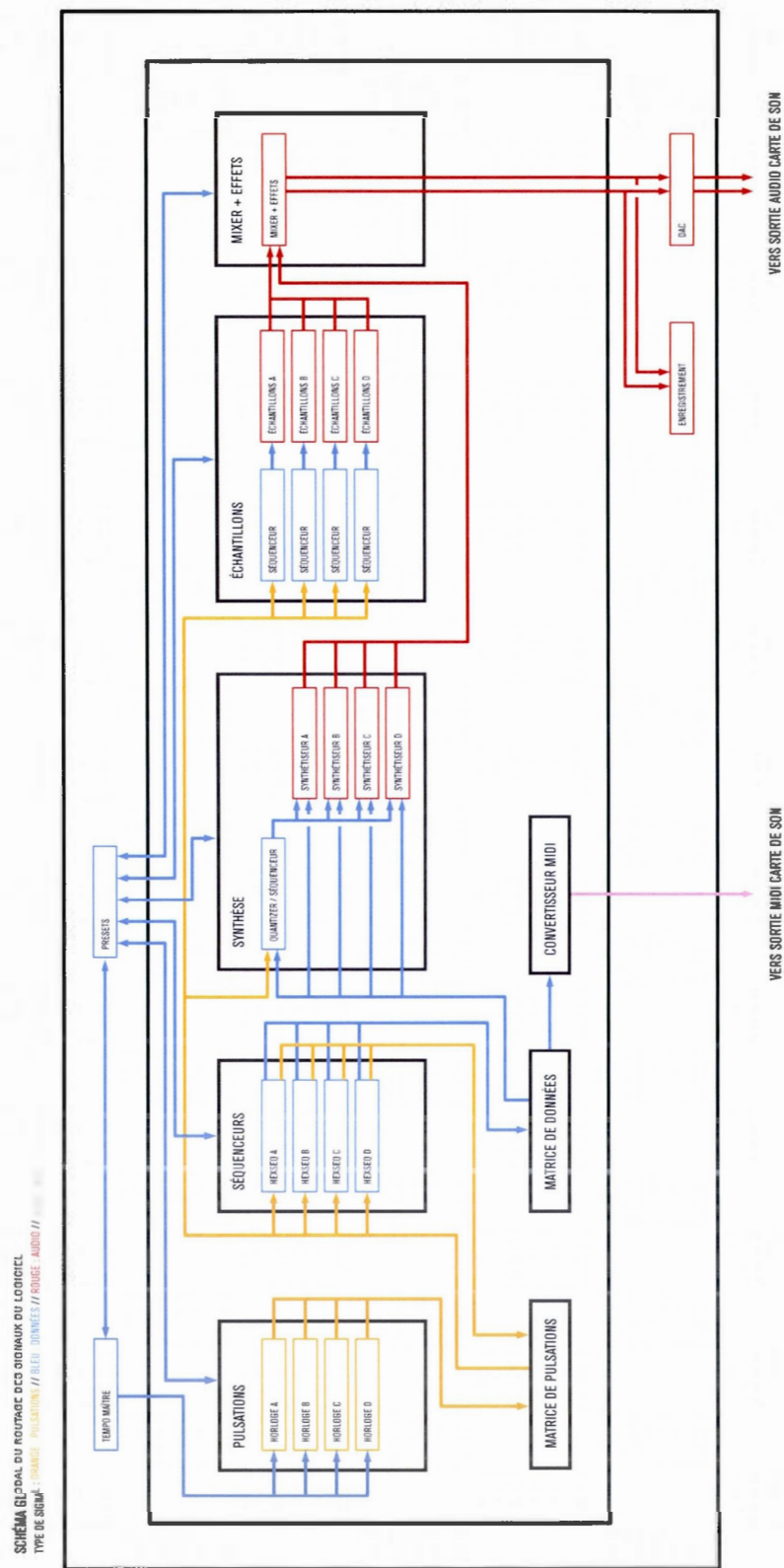


Figure 13 : Interface de navigation

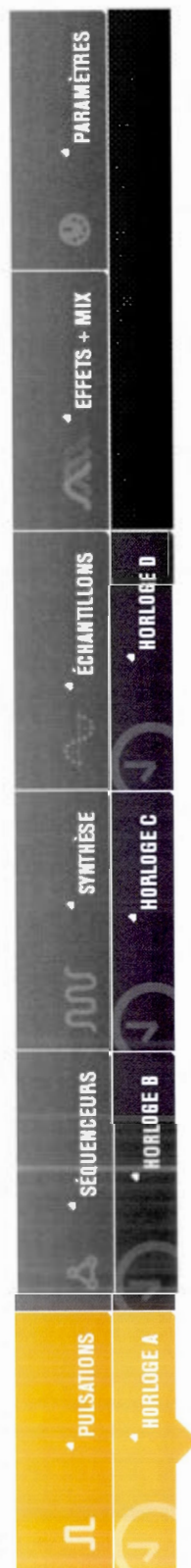


Figure 14a : Horloge A - interface

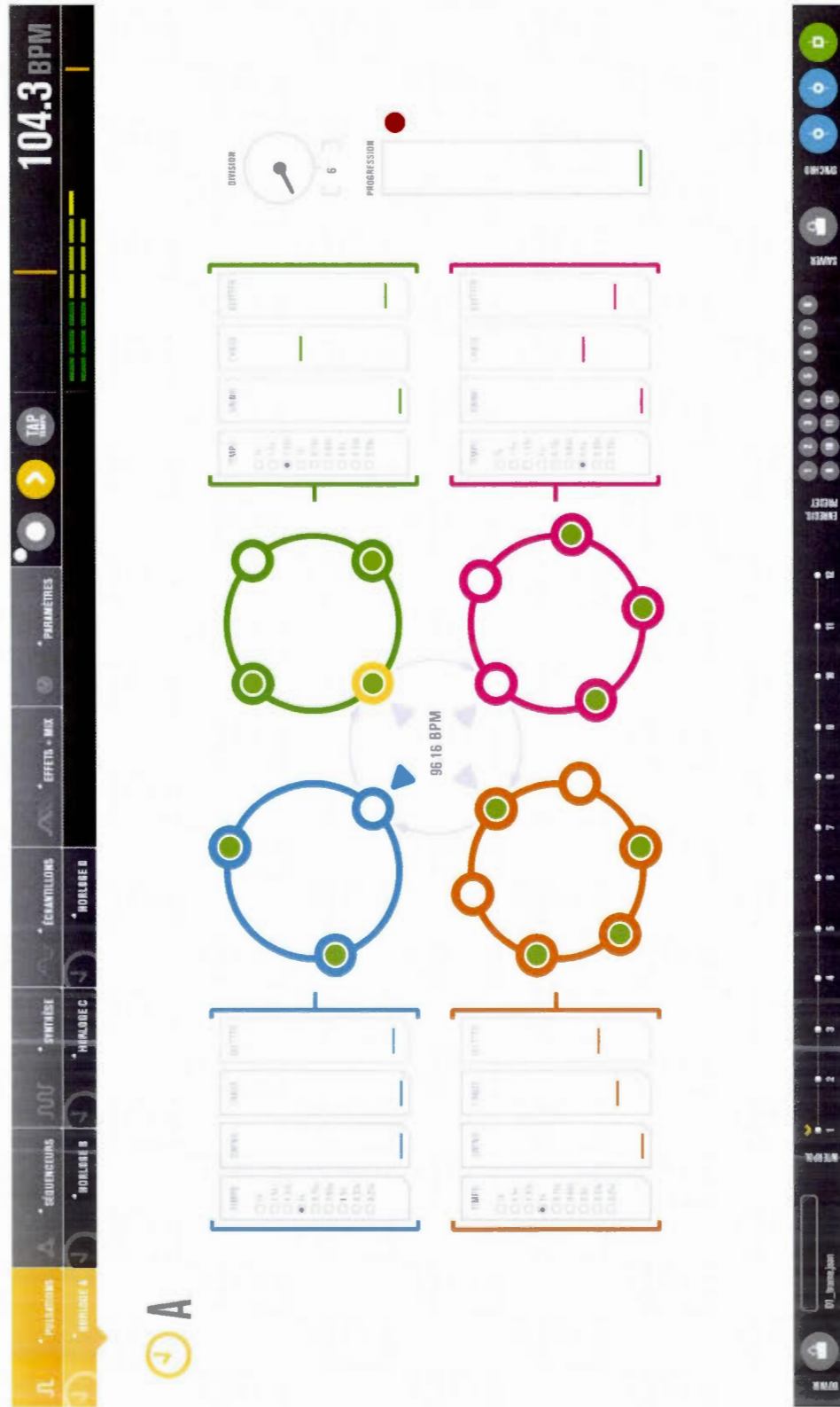


Figure 14b : Horloge A - schéma

SCHEMA D'UN MODULE DE GENERATION DE PULSATIONS (HORLOGE)
 TYPE DE SIGNAL : **ANALOG** // **PULSATIONS** // **BLEU** // **ROUGE** // **AUDIO** //

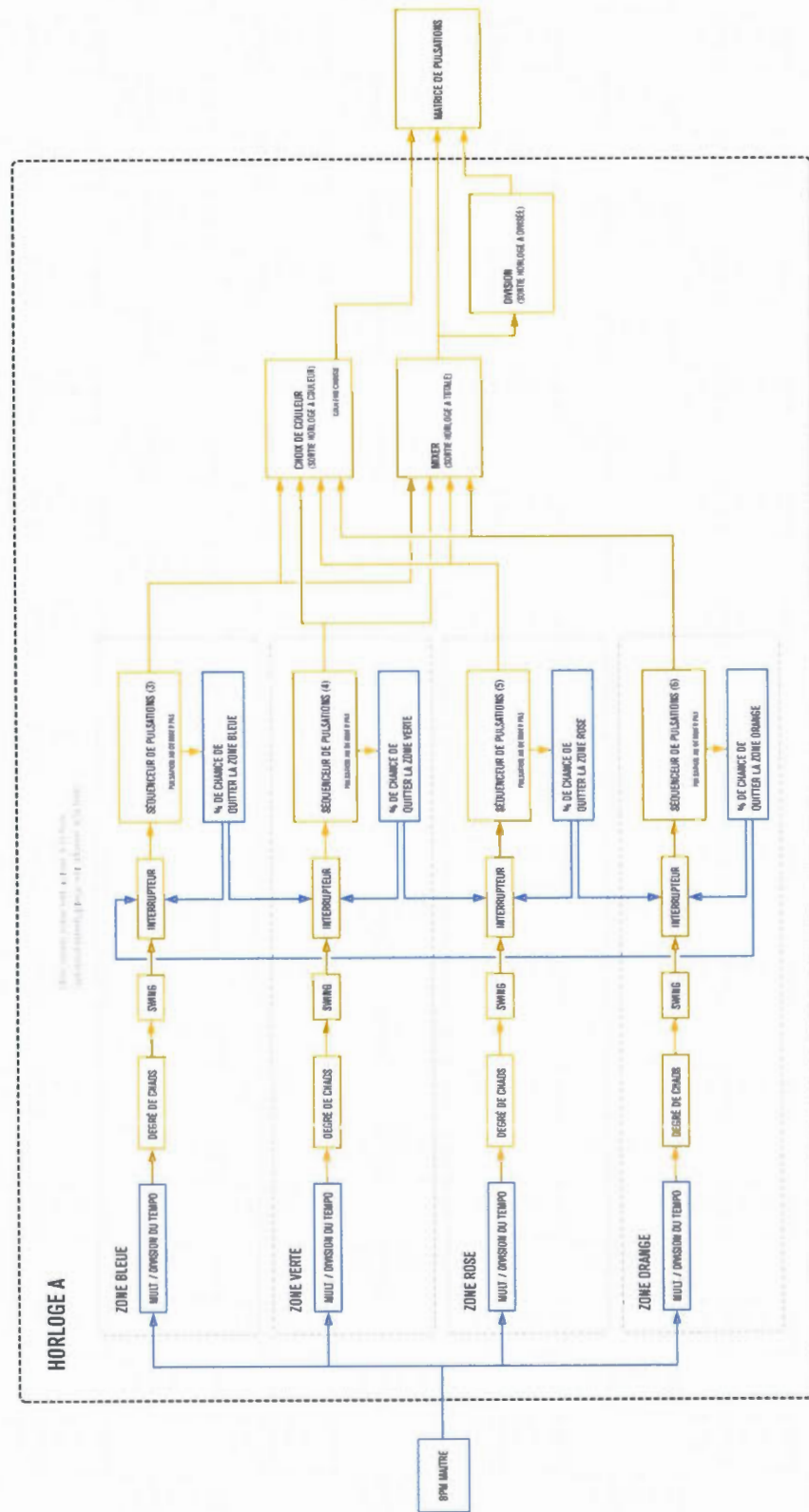


Figure 15a : Séquenceur hexagonal - mode chemin

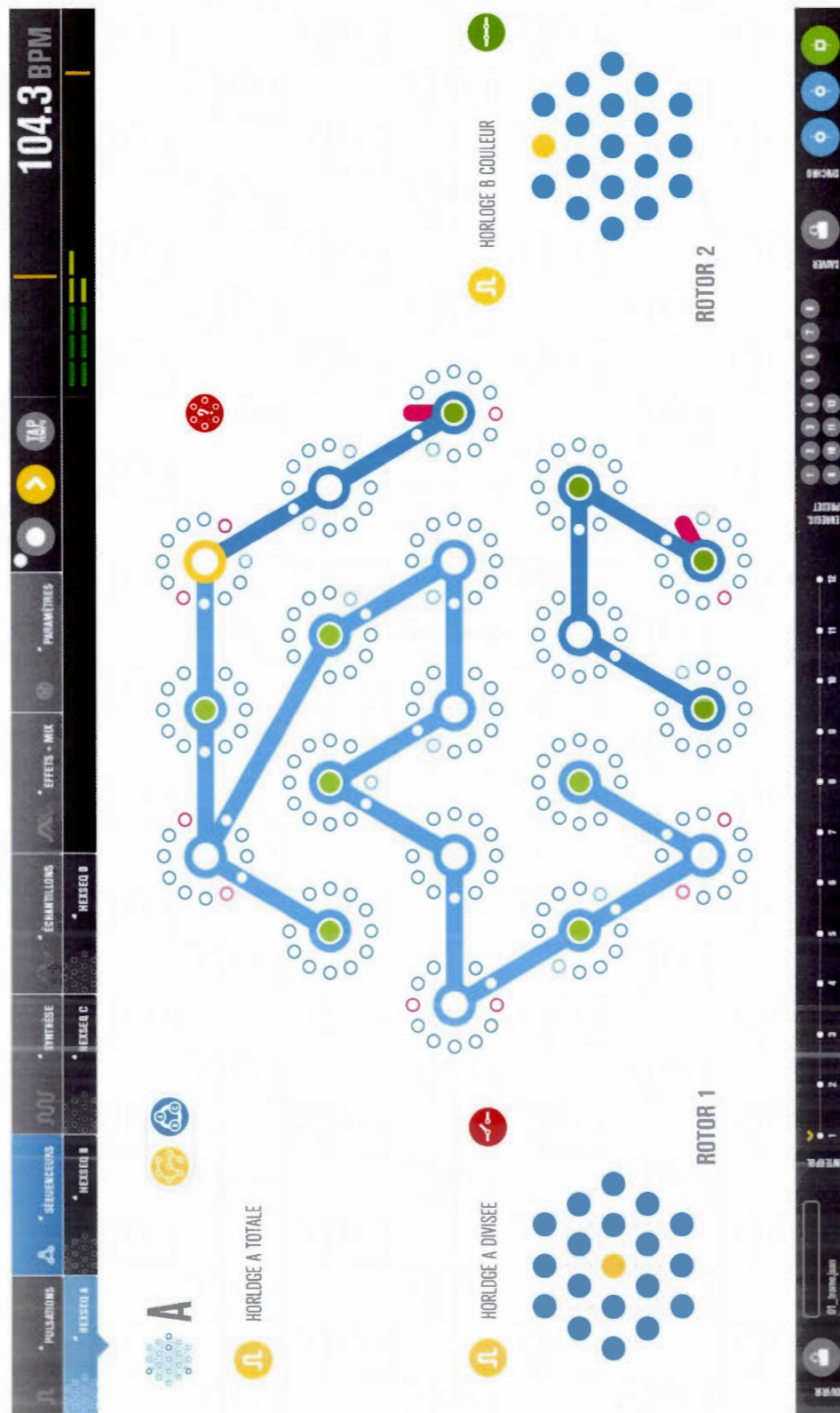


Figure 15b : Séquenceur hexagonal - mode édition

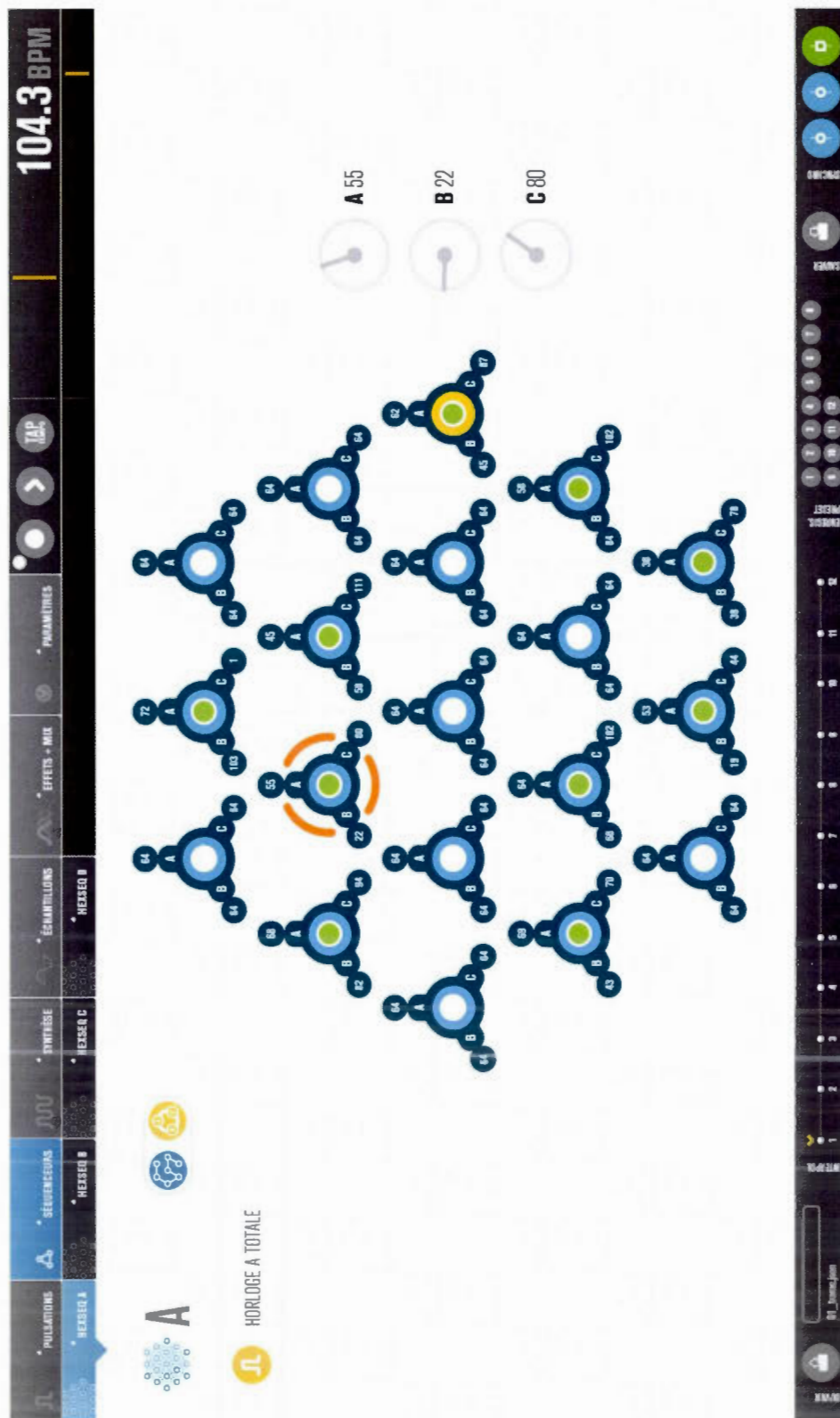


Figure 15c : Séquenceur hexagonal - schéma

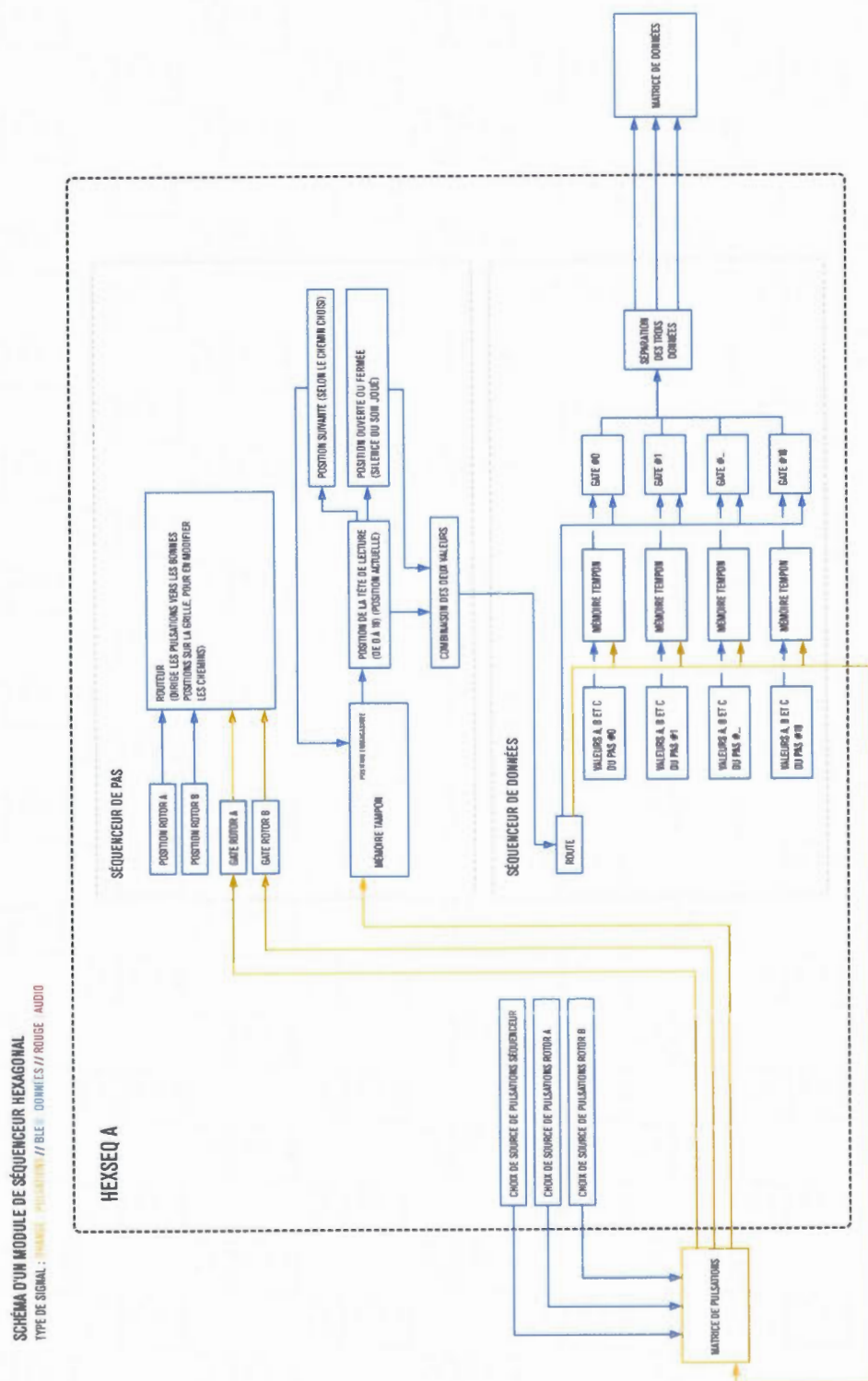


Figure 16a : Synthétiseur A - interface

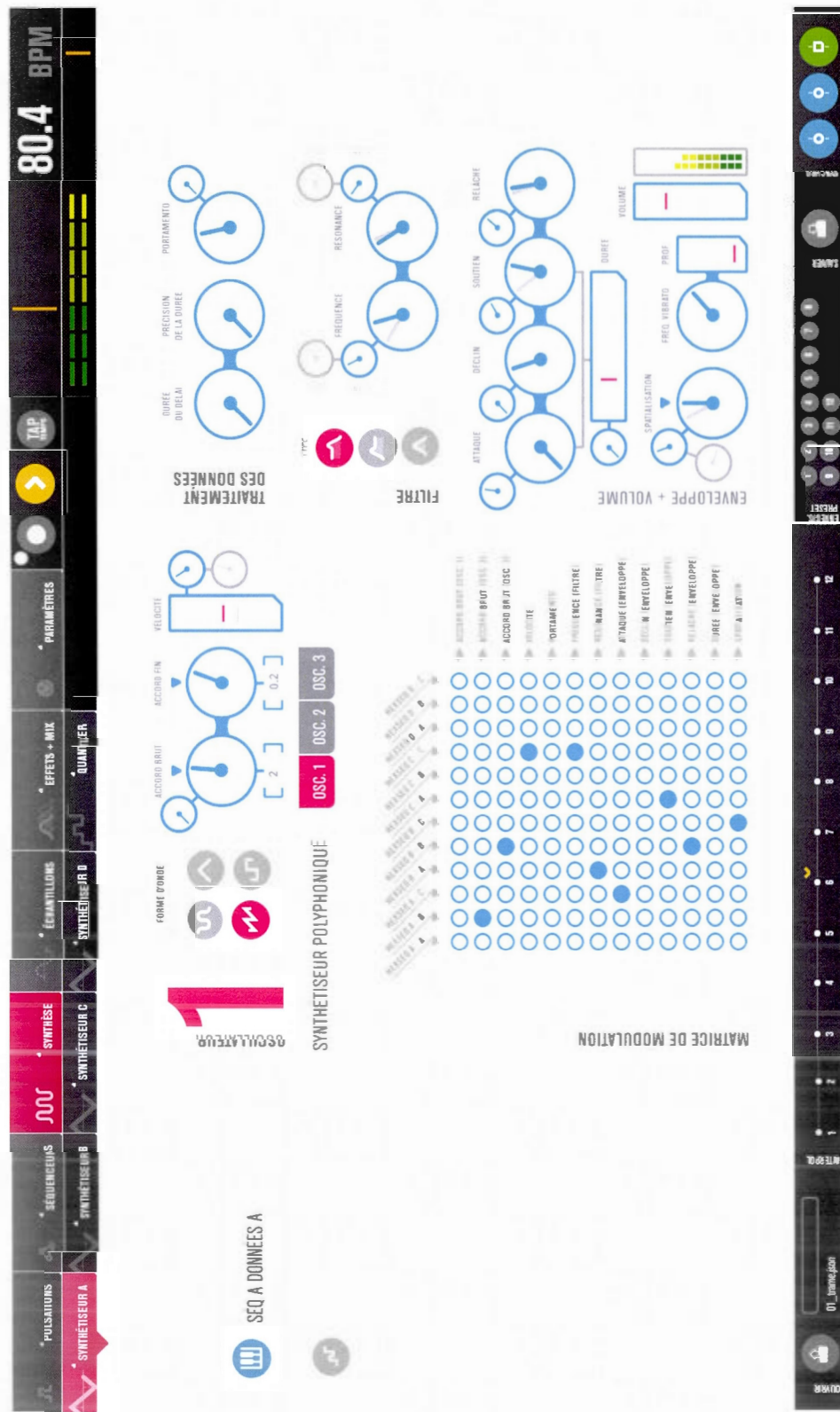


Figure 16b : Synthétiseur A - schéma

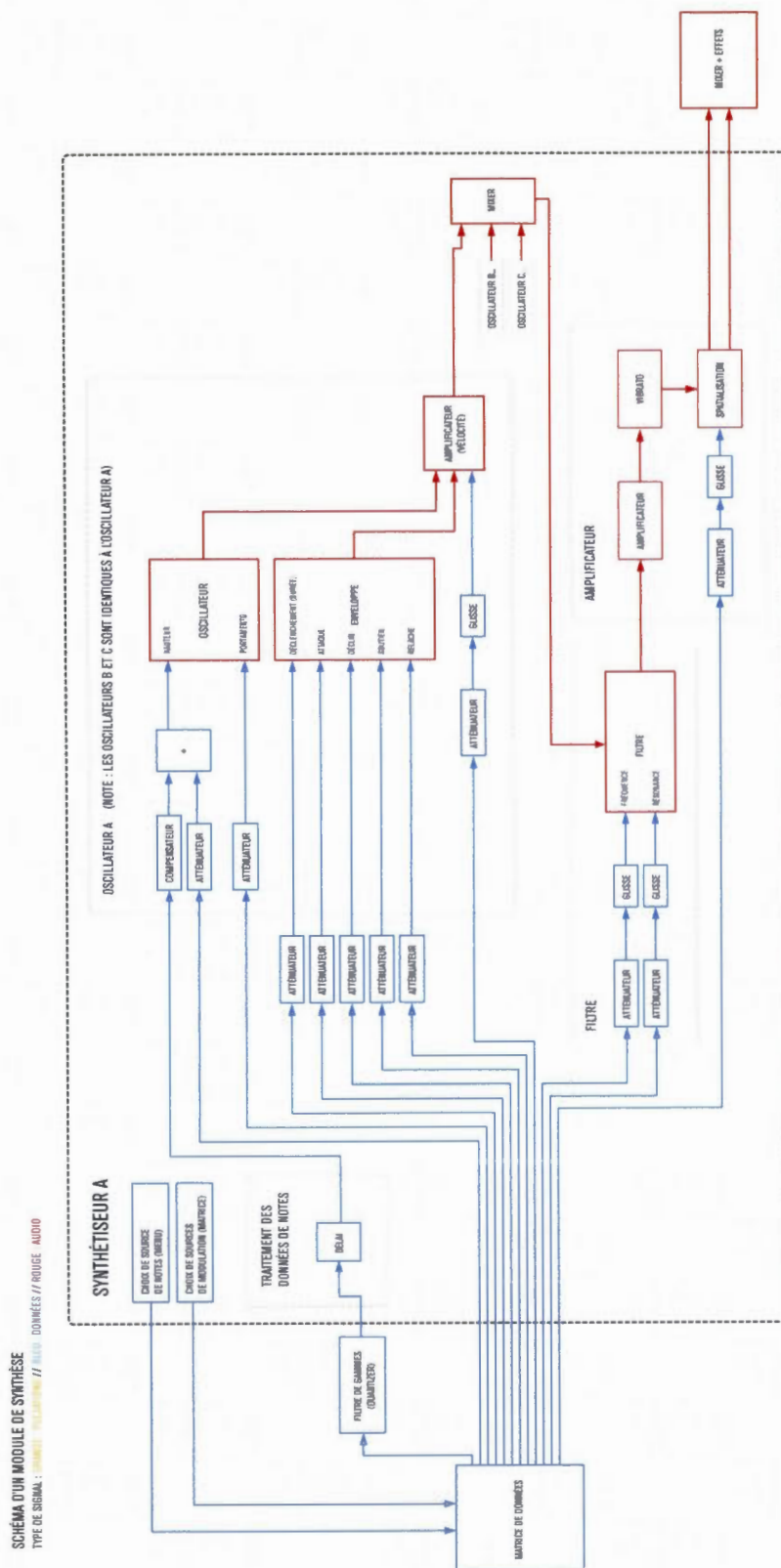


Figure 17a : Quantizer - interface

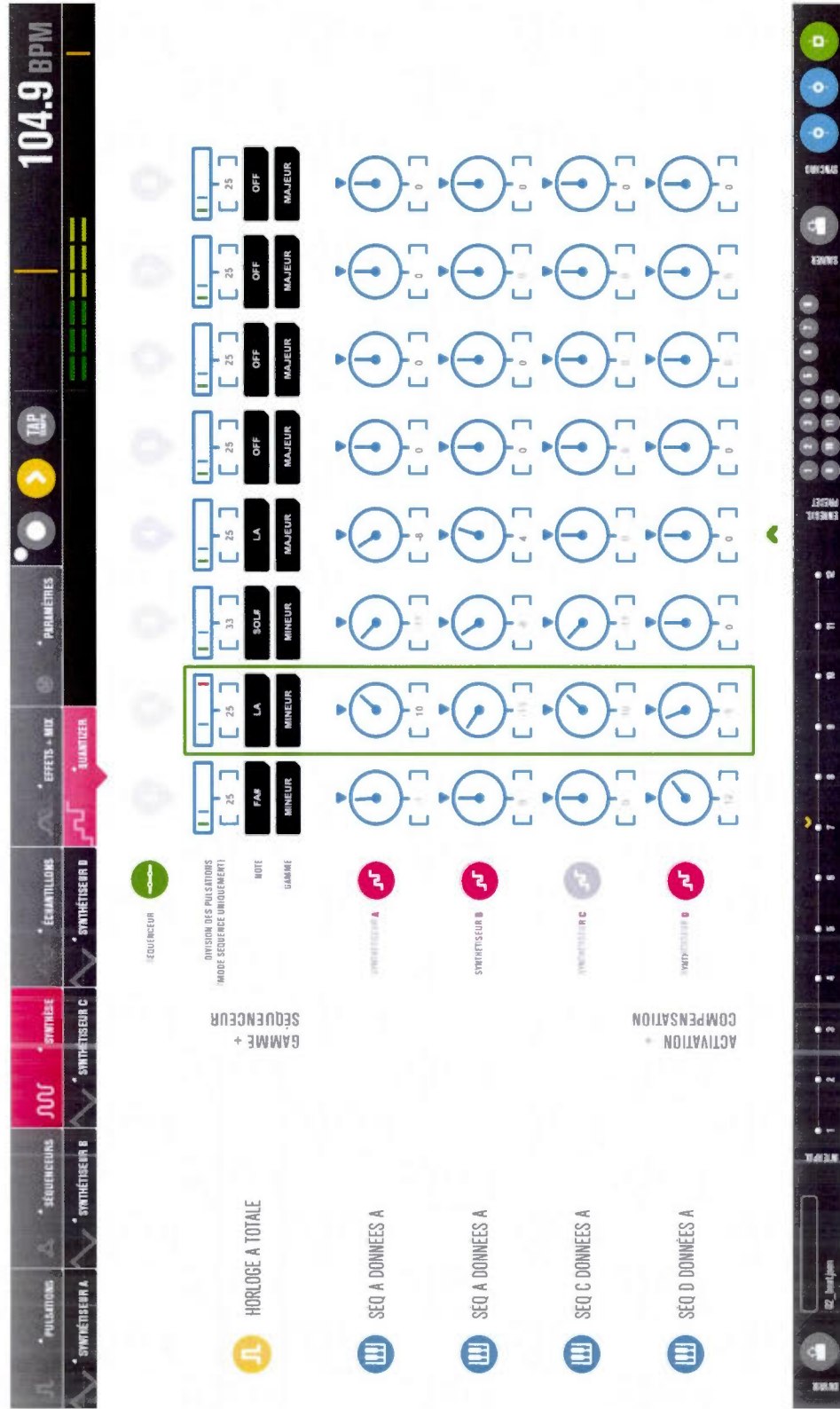


Figure 17b : Quantizer - schéma

SCHÉMA DU MODULE DE FILTRE DE NOTES (QUANTIZER)
 TYPE DE SIGNAL : ORANGE PULSATION // BLUE B L E // RED VITESSES // RED AUDIO

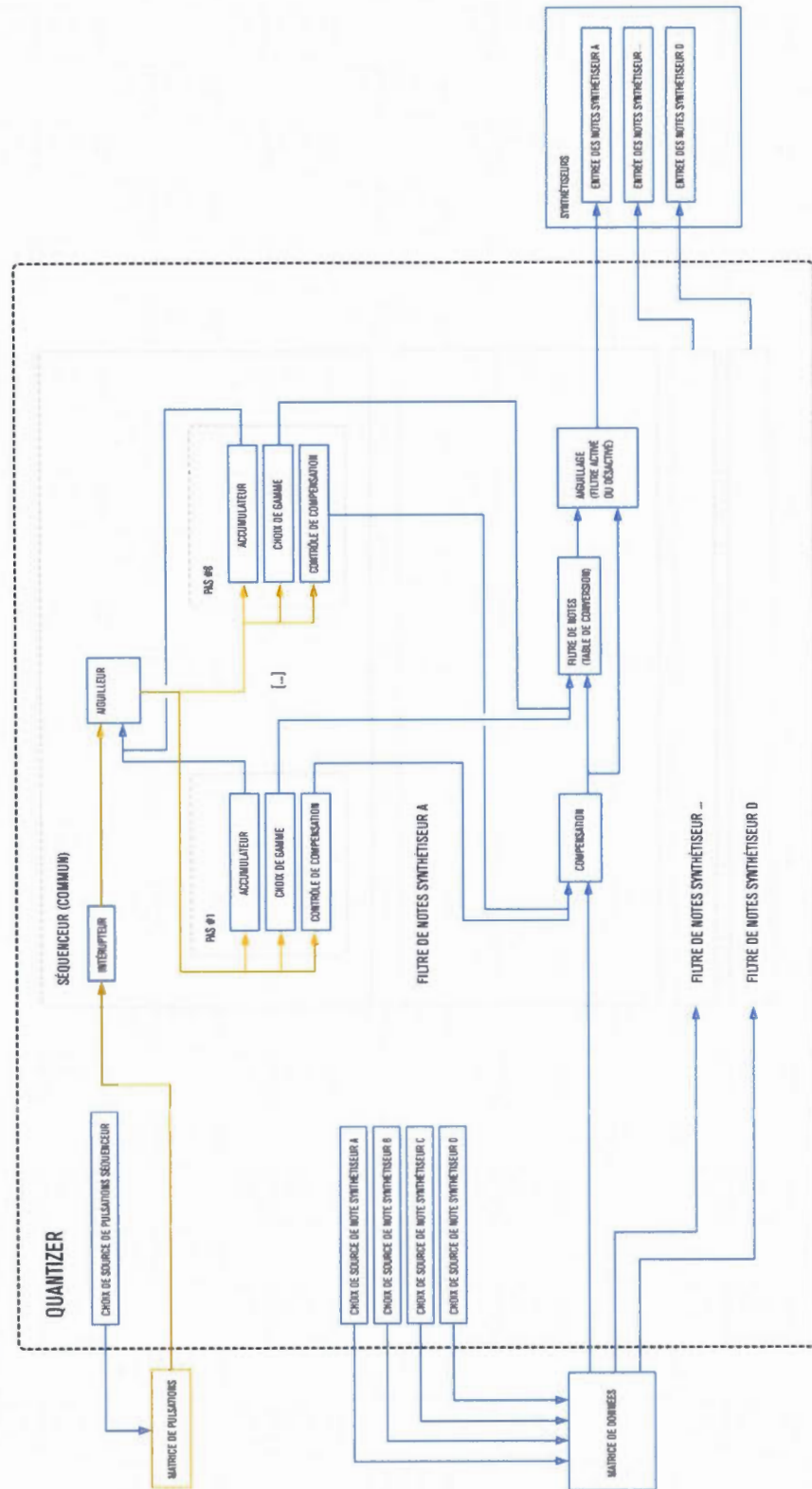


Figure 18a : Échantillonneur - interface

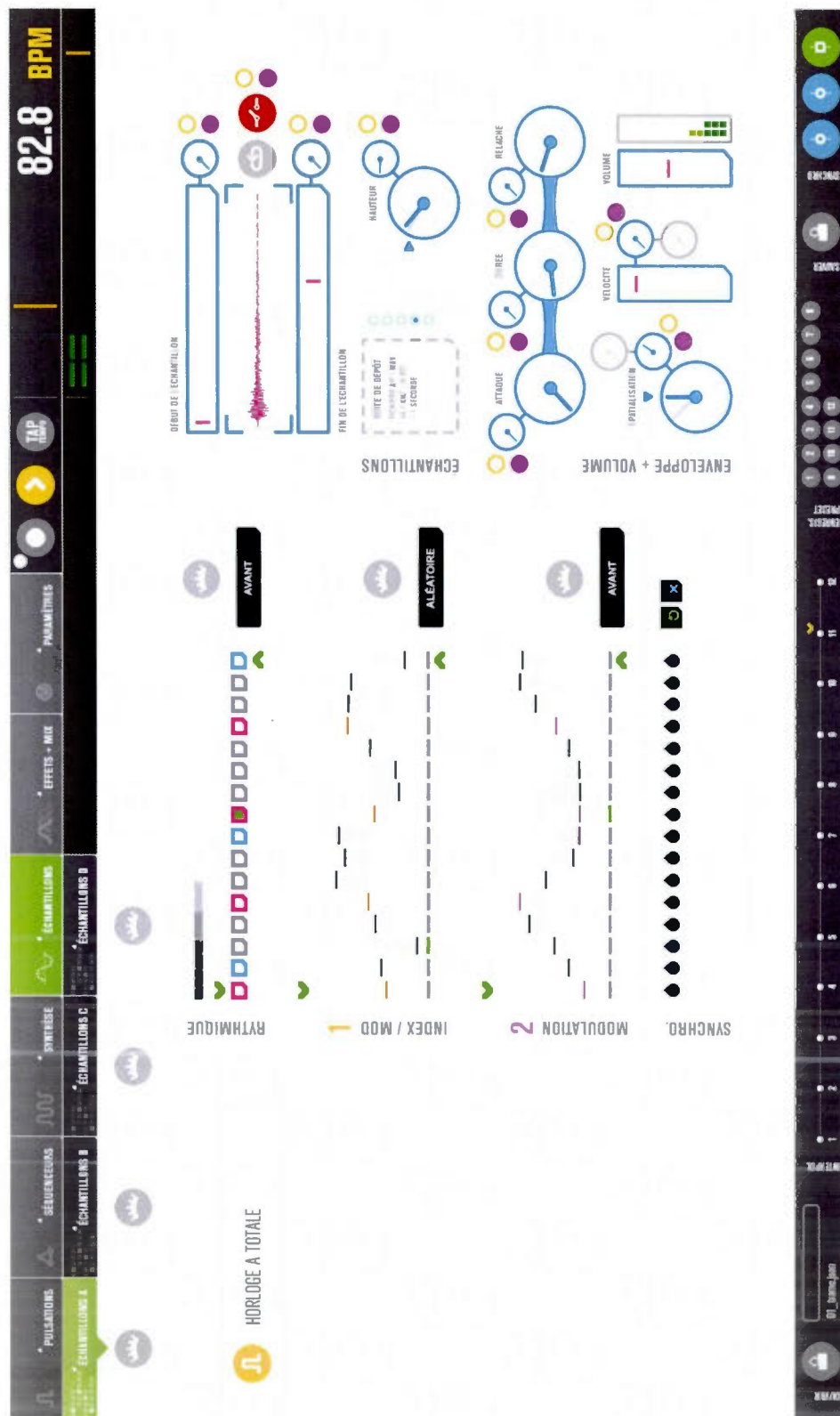


Figure 18b : Échantillonneur - schéma

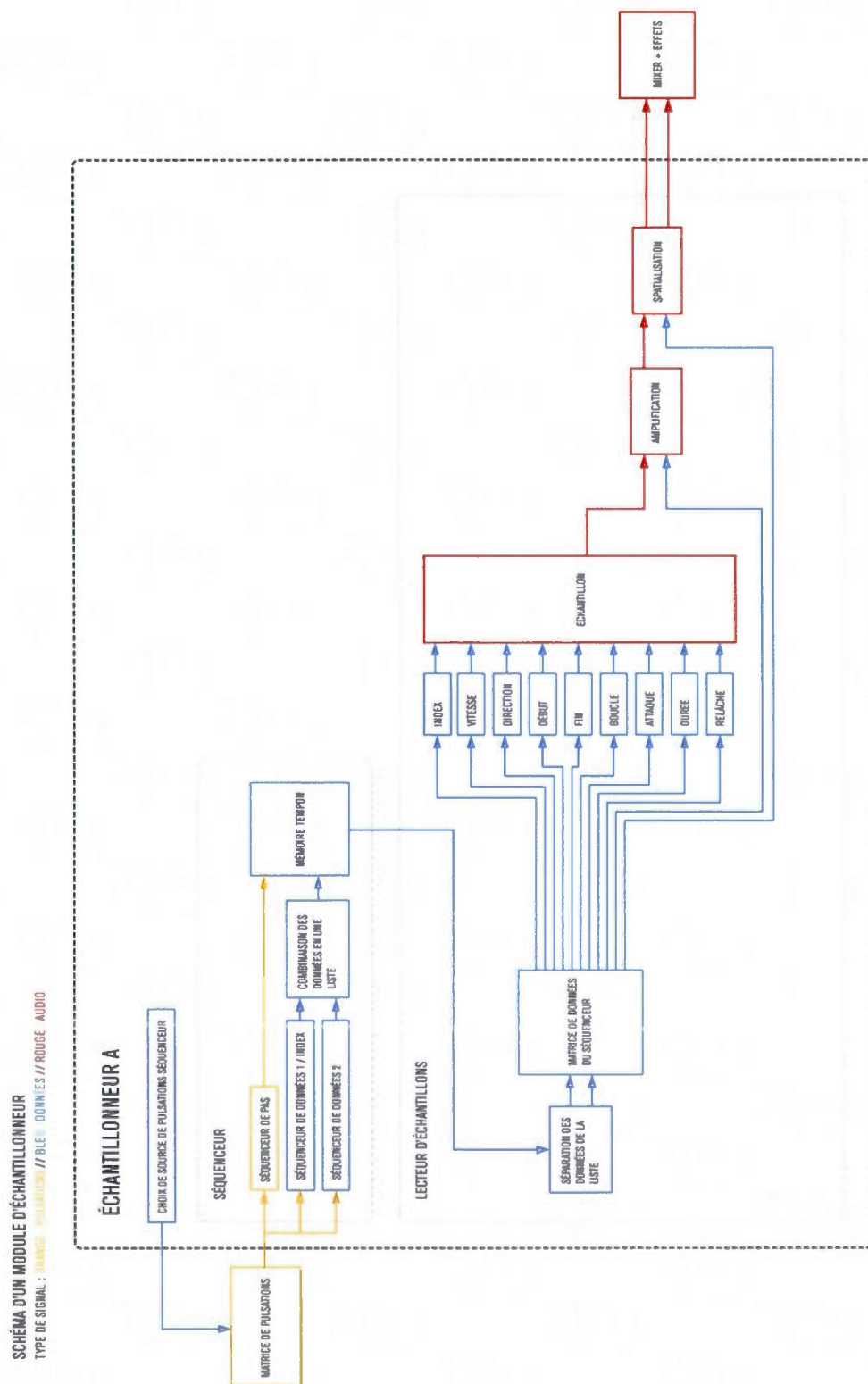


Figure 19a : Table de mixage - interface

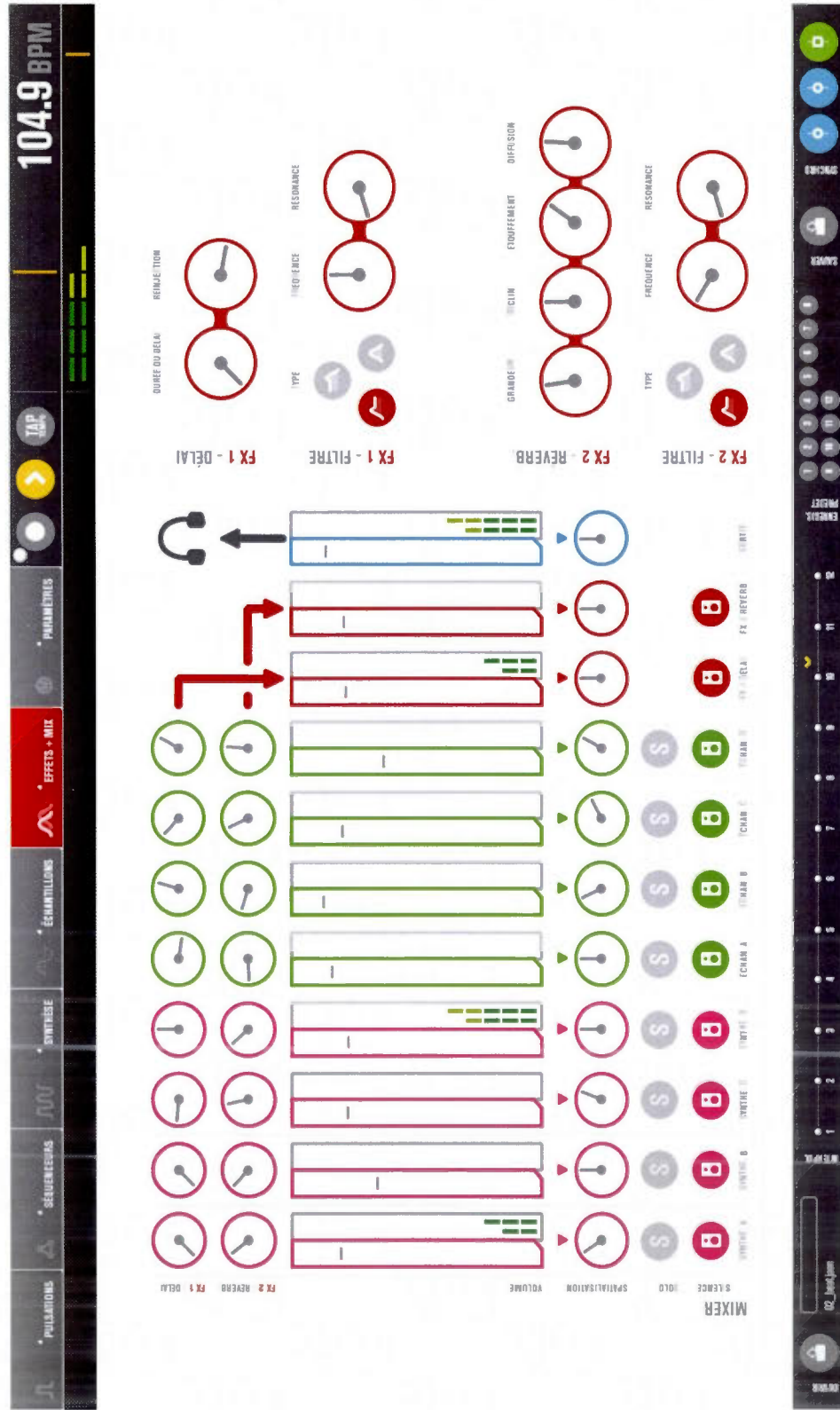


Figure 19b : Table de mixage - schéma

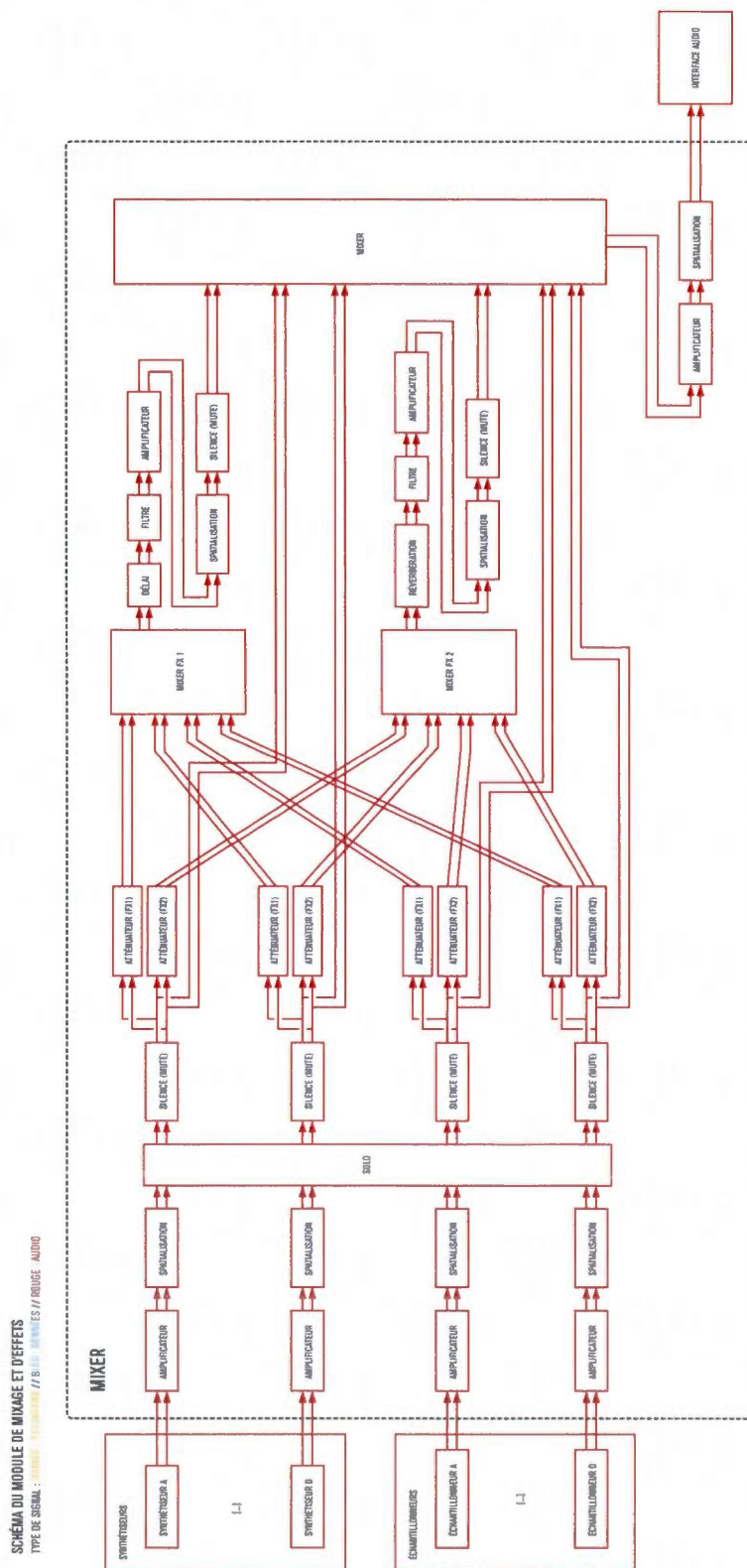


Figure 20: Paramètres

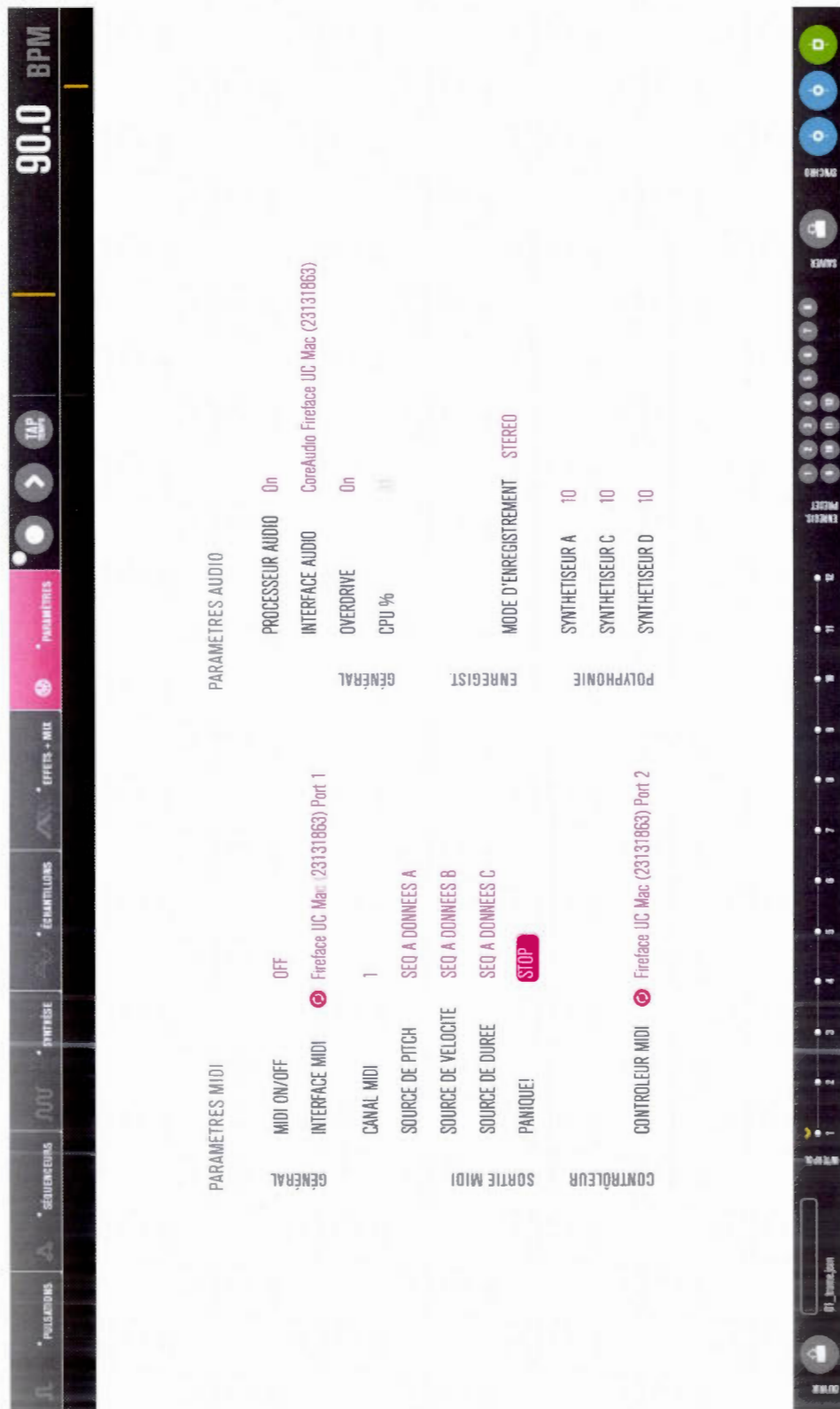
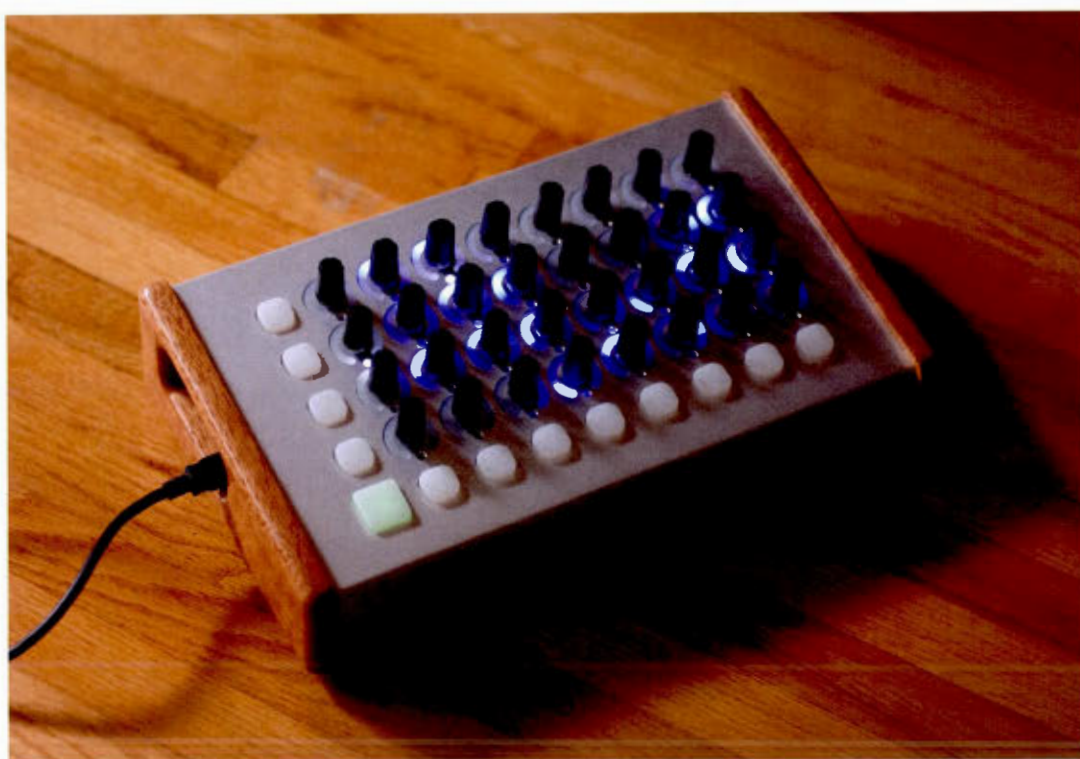


Figure 21 : Contrôleur MIDI *CODE* de *Livid Instruments*



ANNEXE II - LOGICIELS

Note : La liste présentée ci-dessous ne se veut pas exhaustive et est inscrite à titre indicatif seulement. Elle donne un aperçu des divers instruments virtuels offerts aux compositeurs.

Aalto

Plugiciel de synthèse sonore inspiré des synthétiseurs modulaires de Don Buchla.

Axon

Plugiciel développé par *Audio Damage*, *Axon* comprend un séquenceur singulier et un engin de synthèse sonore permettant de créer des rythmes de percussions.

Colorflex

Patch de *Reaktor* comprenant un séquenceur expérimental sous forme de grille colorée et un engin de synthèse sonore.

Live

Développé par *Ableton*, *Live* est un logiciel de composition, d'édition et de production musicale très répandu. Il est possible de créer des outils dans *Max/MSP* et de les importer dans *Live*, par le biais de *Max4Live*.

Logic

Logiciel de composition, d'édition, de production sonore et de « mastering » originalement développé par *eMagic* qui est maintenant la propriété d'*Apple*.

Max/MSP

Logiciel de programmation visuelle spécialisé pour le multimédia, maintenant développé et supporté par la compagnie *Cycling 74*. Le projet a originalement été mis sur pied par Miller Puckett et appelé « Max » en l'honneur de Max Matthews, un pionnier de la synthèse sonore.

Numerology

Développé par *Five12*, *Numerology* est principalement un séquenceur logiciel expérimental dont l'interface rappelle les séquenceurs logiciels standards.

Bidule

Bidule est un logiciel de type modulaire développé par *Plogue* où il est possible d'in-

terconnecter de différentes façons des plugiciels avec les instruments internes.

Pure Data

Logiciel libre similaire à *Max/MSP*, également développé par Miller Puckett.

Reaktor

Développé par *Native Instruments*, *Reaktor* est un logiciel de musique où l'utilisateur peut, s'il le désire, construire ses propres instruments en utilisant un système de programmation visuelle semblable à celui de *Max*.

Reason

Reason est un logiciel simulant l'apparence des synthétiseurs, échantillonneurs, effets, séquenceurs et mélangeurs matériels montés en cabinet. Il est développé par la compagnie *Propellerhead*.

ANNEXE III - CONTENU DU DVD

Dossier *Figures et schémas*

Dans ce dossier se trouve l'ensemble des figures et schémas présentés dans l'annexe I. Les schémas sont au format « pdf » et peuvent être agrandis pour en voir les détails.

Liste des fichiers contenus dans le dossier *Figures et schémas*

- 1-chaines_markov.pdf
- 2-Serge_modulaire.jpg
- 3-prototype_objets_MaxMSP.jpg
- 4-interface_avec_menu.jpg
- 5-Tiptop_matrix_sequencer.jpg
- 6-sequenceur_matrix.jpg
- 7-croquis_sequenceur_chemins.jpg
- 8-fonctionnement_sequenceur_chemins.jpg
- 9-sequenceur_chemins_4x4.jpg
- 10-prototype_sequenceur_hexagonal_MaxMSP.jpg
- 11-Wrekencer.jpg
- 12-schema_global.pdf
- 13-interface_navigation.jpg
- 14a-horlogeA.jpg

14b-schema_pulsations.pdf

15a-hexseqA1.jpg

15b-hexseqA2.jpg

15c-schema_hexseq.pdf

16a-synthetiseur_A.jpg

16b-schema_synthetiseur.pdf

17a-quantizer.jpg

17b-schema_quantizer.pdf

18a-echantillonneur.jpg

18b-schema_echantillonneur.pdf

19a-table_mixage_effets.jpg

19b-schema_table_mixage_effets.pdf

20-parametres.jpg

21-MIDI_CODE.jpg

Dossier *Pièces musicales*

Ce dossier comprend des pièces musicales auxquelles je fais référence dans le texte, ainsi qu'un sous-dossier à mon nom qui contient trois expérimentations réalisées à l'aide de mon logiciel en vue du concours de *Bourses Sennheiser Canada en création sonore et nouveaux médias*, édition 2012 et ma pièce gagnante du même concours, édition 2011.

Liste des fichiers contenus dans le dossier *Pièces musicales*

Autechre_Augmatic Disport.m4a

Emerson_Lake_Palmer_Toccata (An Adaptation Of Ginastera's 1st Piano Concerto, 4th Movement).m4a

Ginastera_Piano_Concerto_No_1_Op_28_IV_Toccata_Concertata.m4a

Ligeti_Etudes_Book_I_I_Desordre.m4a

Naked-City_Demon_Sanctuary.m4a

Xenakis_Metastasis.m4a

Liste des fichiers contenus dans le sous-dossier *Jean Michel Pepin*

1-10fevrier2012_JMP_trame.aif

2-10fevrier2012_JMP_iterations.aif

3-11fevrier2012_JMP_rythmes.aif

4-tourmente_concours_sennheiser2011.aif

Dossier *Salon son et image 2012*

Ce dossier contient des photos et une vidéo captées lors de ma présence au Salon son et image 2012.

Liste des fichiers contenus dans le sous-dossier *SSI Jaime Andrès Ruiz* (photos prises par Jaime Andrès Ruiz)

SSI_JAR_01.jpg

SSI_JAR_02.jpg

Liste des fichiers contenus dans le sous-dossier *SSI Simon-Pierre Gourd* (photos et vidéo captées par Simon-Pierre Gourd)

SSI_SPG_01.jpg

SSI_SPG_02.jpg

SSI_SPG_03.jpg

SSI_SPG_04.jpg

SSI_SPG_05.jpg

SSI_SPG_06.jpg

SSI_SPG_07.jpg

SSI_SPG_08.jpg

SSI_SPG_09.jpg

SSI_SPG_10.jpg

SSI_SPG_vid.m4v

Dossier *Texte mémoire*

Ce dossier contient le texte du mémoire au format pdf.

Fichier contenu dans le dossier *Texte mémoire*

PEPIN_JM_memoire_mai2014.pdf

Dossier Vidéo

On retrouve ici la captation vidéo de ma performance au concours de *Bourses Sennheiser Canada en création sonore et nouveaux médias*, édition 2012.

Fichier contenu dans le dossier Vidéo

sennheiser2012_jean_michel_pepin_variations_sur_un_désordre.mp4

RÉFÉRENCES

Références bibliographiques

Darbon, N., Risset, J.-C., (2006). *Les musiques du chaos*. Paris : L'harmattan. 244 pages.

Gleick, J. (2008). *La théorie du chaos*. Paris : Flammarion. 494 pages.

Le Moigne, J.-L. (1977). *La théorie du système général*. 4e édition. (1994). Paris : Presses Universitaires de France. 338 pages.

Leary, T. (1996). *Chaos & cyberculture*. Paris : Éditions du Léopard. 274 pages.

Nietzsche, F., Duvois, L. (2004). *La vision dionysiaque du monde*. Paris : Éditions Alia. 78 pages.

Pinch, T., Trocco, F. (2002). *Analog Days : The Invention and Impact of the Moog Synthesizer*. Cambridge : Harvard University Press. 368 pages.

Xenakis, I. (1971). *Musique. Architecture*. Tournai : Casterman. 160 pages.

Xenakis, I. (1963). *Musiques formelles*. Paris : Éditions Richard-Masse. 232 pages.

Références électroniques

Barthel-Calvet, A.S. (2002). *Chronologie*. Consulté en août 2012 de <http://www.iannis-xenakis.org/fxe/bio/chrono.html>

Bergé, P., Dubois, M. *CHAOS, physique*. Encyclopædia Universalis. Consulté le 30 avril 2014 de <http://www.universalis.fr/encyclopedie/chaos-physique/>

Tingen, P. (2004). *Autechre. Recording Electronica*. Récupéré en mai 2012 de <http://www.soundonsound.com/sos/apr04/articles/autechre.htm>

Wikipedia (2012). *Markov chain*. Consulté le 26 août 2012 de http://en.wikipedia.org/wiki/Markov_chain

Wikipedia (2012). *Pythagore*. Consulté le 6 décembre 2012 de <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pythagore#Musique>

Wolfram, S. (2002). *A New Kind of Science*. Champaign : Wolfram Media. 1197 pages. Version numérique consultée le 15 septembre 2013 de <http://www.wolframscience.com/nksonline/>

Xenakis, I. (1980). *Esquisse d'autobiographie*. Consulté en août 2013 de <http://www.iannis-xenakis.org/fxe/bio/autobio.html>

Oeuvres citées

Autechre (2005). *Augmatic Disport*. in Untilted. [WARPCD180]. Londres : Warp Records (2005).

Emerson, Lake & Palmer. (1973). *Toccata*. in Brain Salad Surgery. [VC2 0020] Los Angeles : Victory Music (1973).

Ginastera, A. (1961). *Piano Concerto No. 1, Op. 28: IV. Toccata Concertata*. in Ginastera: Piano Concertos Nos. 1 And 2. [8.555283] Interprété par Dora de Marinis, Julio Malaval & Slovak Radio Symphony Orchestra. Bratislava : Naxos (2001).

Ligeti, G. (1985). *Études pour piano, Livre I : I. Désordre*. in Ligeti: Complete Piano Music, Vol. 1. [BIS-CD-783] Interprété par Fredrik Ullén. Stockholm : BIS (1996).

Naked City. (1989). *Demon Sanctuary*. in Naked City. [9 79238-2] New York : Elektra Entertainment (1990).

Xenakis, I. (1954). *Metastasis*. in Xenakis: Eonta, Metastasis, Pithoprakta. [LDC 278368] Interprété par Maurice Le Roux et l'Orchestre National de l'O.R.T.F. (1965). Paris : Le chant du monde (2001).